

D. Modelo de Elovich

Índice:

D.1.	Metodología	2
D.2.	Datos experimentales y valores obtenidos por el modelo de Elovich	3
D.2.1.	Cinc	3
D.2.2.	Cobre	8
D.2.3.	Aluminio.....	13
D.2.4.	Hierro	18
D.2.5.	Cadmio	23
D.2.6.	Mercurio	28
D.2.7.	Cromo.....	32
D.2.8.	Cromo.....	36
D.2.9.	Arsénico	40
D.2.10.	Níquel	44



D.1. Metodología

Como ya se ha comentado en el apartado correspondiente de la memoria, el modelo de Elovich fue inicialmente diseñado para describir la cinética de la quimisorción de fases sobre superficies sólidas. La teoría usada consideraba un intercambio de especies en la superficie no homogénea del sólido, lo que supone diferentes procesos de intercambio de isótopos en el mismo momento. Posteriormente, fue modificada y utilizada en procesos de retención de metales en suelos, con resultado exitoso [Atkinson et al., 1971; Carrasco et al., 1993].

La ecuación que define este modelo es la que se presenta en la ecuación (Ec. D.1), donde Q_t es la cantidad de metal extraído en el tiempo t , la constante a es la velocidad inicial de adsorción y la constante b está relacionada con la superficie cubierta y la energía de activación por quimiadsorción.

$$Q_t = \frac{1}{b} \cdot \ln(t) + \frac{1}{b} \ln(a \cdot b) \quad (\text{Ec. D.1})$$

Para obtenerla es suficiente con definir una ecuación logarítmica que se ajuste a los datos experimentales. De esta manera, además, se obtiene directamente el coeficiente R^2 , lo que permite saber si dicha ecuación se ajusta a los datos.

Seguidamente se presentan los datos experimentales ($[C]_{\text{exp}}$ en función del tiempo de agitación), los datos obtenidos por el modelo de Elovich ($[C]_{\text{calc}}$), las constantes de dicho modelo (a y b) y, finalmente, el coeficiente R^2 y el error relativo (ARE) cometido por éste.



D.2. Datos experimentales y valores obtenidos por el modelo de Elovich

D.2.1. Cinc

t.agitación [horas]	[Zn]_exp [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]
0.08	11.04	9.55
0.17	9.81	10.95
0.33	10.87	12.36
0.50	12.94	13.18
1	14.41	14.59
1	15.28	14.59
2	18.54	15.99
5	18.79	17.85
10	18.28	19.26
24	51.74	21.04
R²		0.82
ARE		0.08

a=	$2.69 \cdot 10^3$	[mg/g·h]
b=	$4.93 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.1. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R² y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

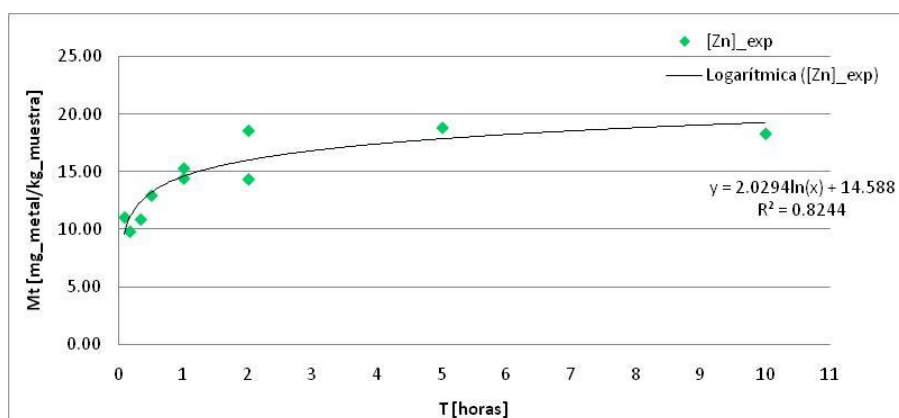


Figura D.1. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cinc.



t.agitación [horas]	[Zn]_exp [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]
0.08	17.42	13.23
0.17	16.12	16.29
0.33	20.63	19.34
0.50	18.91	21.13
1	21.52	24.19
1	24.37	24.19
2	22.36	27.24
5	29.92	31.28
10	37.06	34.34
24	37.10	38.19
24	42.20	38.19
R²		0.90
ARE		0.09

a=	$1.07 \cdot 10^{-3}$	[mg/g·h]
b=	$2.27 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.2. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

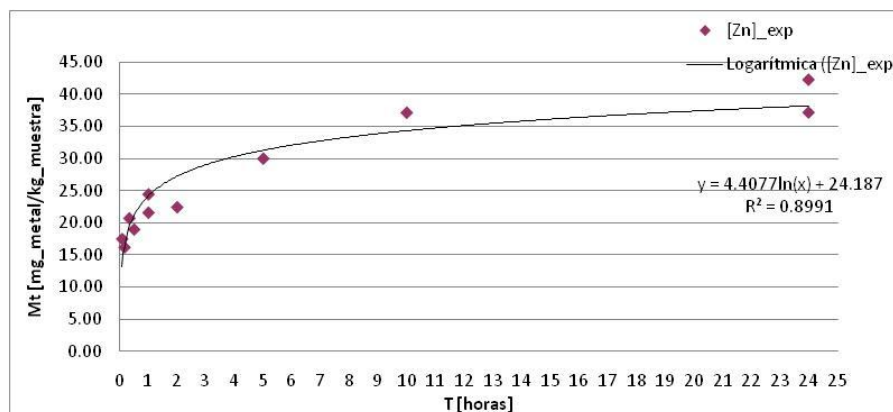


Figura D.2. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cinc.



t.agitación [horas]	[Zn]_exp [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]
0.08	19.91	16.66
0.17	19.38	19.12
0.17	21.09	19.12
0.33	20.42	21.57
0.50	20.50	23.01
1	21.71	25.47
2	26.94	27.92
2	27.16	27.92
5	31.37	31.17
10	34.82	33.63
24	39.00	36.73
R²		0.90
ARE		0.07

a=	$4.68 \cdot 10^{-3}$	[mg/g·h]
b=	$2.82 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.3. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

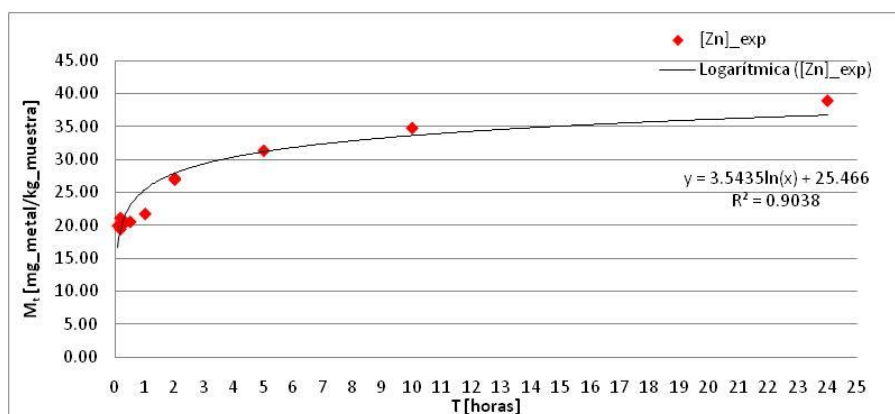


Figura D.3. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cinc.



t.agitación [horas]	[Zn]_exp [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]
0.08	118.94	107.18
0.08	120.07	107.18
0.17	116.63	116.69
0.33	119.67	126.19
0.33	121.36	126.19
0.50	119.79	131.75
1	133.51	141.26
2	146.71	150.77
5	158.89	163.33
5	160.33	163.33
10	175.14	172.84
24	200.52	184.84
R²		0.90
ARE		0.05

a=	$4.08 \cdot 10^5$	[mg/g·h]
b=	$7.29 \cdot 10^{-2}$	[g/mg]

Tabla D.4. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

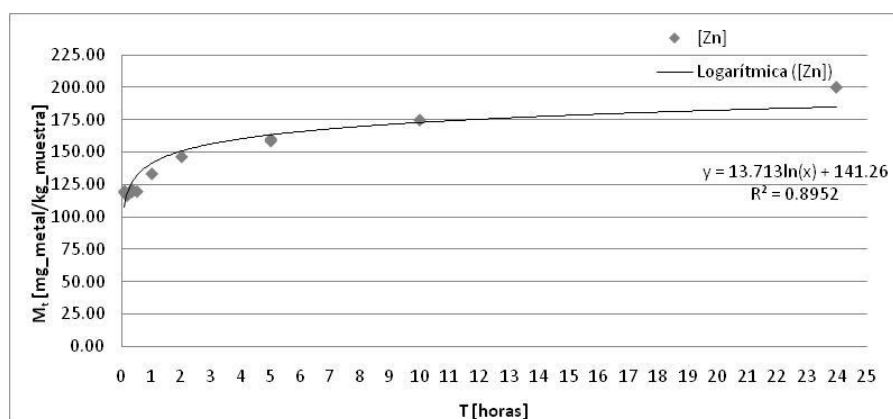


Figura D.4. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cinc.



t.agitación [horas]	[Zn]_exp [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]
0.08	31.88	29.21
0.17	30.47	30.84
0.33	29.93	32.47
0.50	33.99	33.42
1	35.07	35.06
2	37.73	36.69
5	36.25	38.84
5	36.54	38.84
10	40.93	40.47
24	45.58	42.53
R²		0.82
ARE		0.04

a=	$6.95 \cdot 10^6$	[mg/g·h]
b=	$4.25 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.5. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

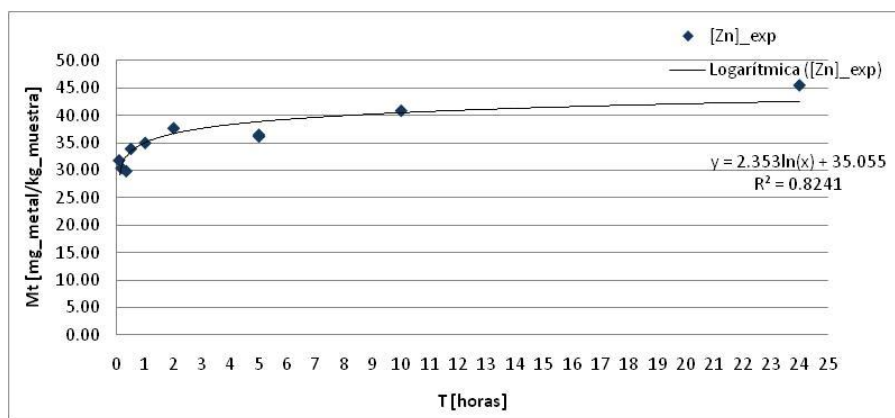


Figura D.5. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cinc.



D.2.2. Cobre

t.agitación [horas]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]
0.08	80.93	69.28
0.17	83.91	77.09
0.33	84.96	84.91
0.50	83.88	89.48
1	89.66	97.30
1	91.14	97.30
2	98.50	105.11
2	102.37	105.11
5	110.01	115.45
10	120.06	123.26
24	152.00	133.13
R²		0.83
ARE		0.07

a=	$6.30 \cdot 10^4$	[mg/g.h]
b=	$8.87 \cdot 10^{-2}$	[g/mg]

Tabla D.6. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cobre.

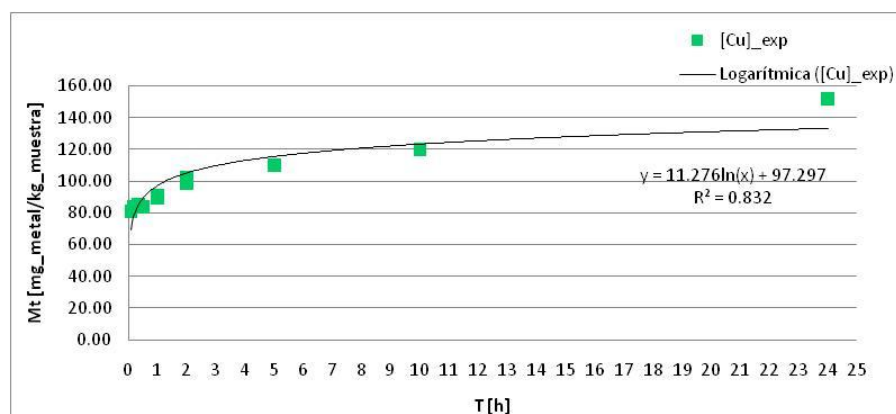


Figura D.6. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cobre.



t.agitación [horas]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]
0.08	188.36	159.47
0.17	192.73	177.75
0.33	189.89	196.03
0.50	191.65	206.72
1	209.63	225.00
1	210.55	225.00
2	229.60	243.28
5	251.47	267.44
10	286.02	285.72
24	325.86	308.81
24	328.25	308.81
R²		0.90
ARE		0.07

a=	$1.34 \cdot 10^5$	[mg/g·h]
b=	$3.79 \cdot 10^{-2}$	[g/mg]

Tabla D.7. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

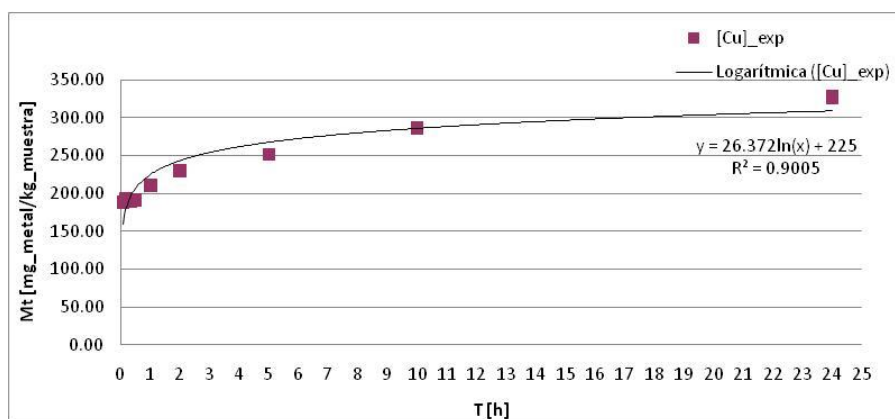


Figura D.7. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cobre.



t.agitación [horas]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]
0.08	154.99	140.49
0.17	160.85	152.36
0.17	162.74	152.36
0.33	157.87	164.24
0.50	157.64	171.18
1	168.06	183.06
2	184.96	194.94
2	187.28	194.94
5	206.15	210.63
10	225.09	222.51
24	258.58	237.51
R²		0.87
ARE		0.06

a=	$7.48 \cdot 10^5$	[mg/g·h]
b=	$5.84 \cdot 10^{-2}$	[g/mg]

Tabla D.8. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

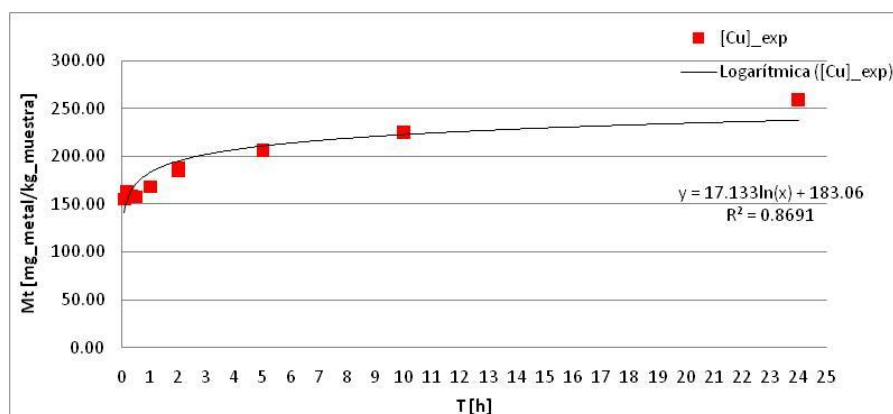


Figura D.8. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cobre.



t.agitación [horas]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]
0.08	193.12	182.06
0.08	196.02	182.06
0.17	190.35	191.60
0.33	193.11	201.14
0.33	194.25	201.14
0.50	196.59	206.72
1	211.46	216.26
2	224.11	225.80
5	231.29	238.41
5	234.17	238.41
10	253.56	247.95
24	273.56	260.00
R²		0.90
ARE		0.03

a=	$9.18 \cdot 10^7$	[mg/g·h]
b=	$7.27 \cdot 10^{-2}$	[g/mg]

Tabla D.9. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

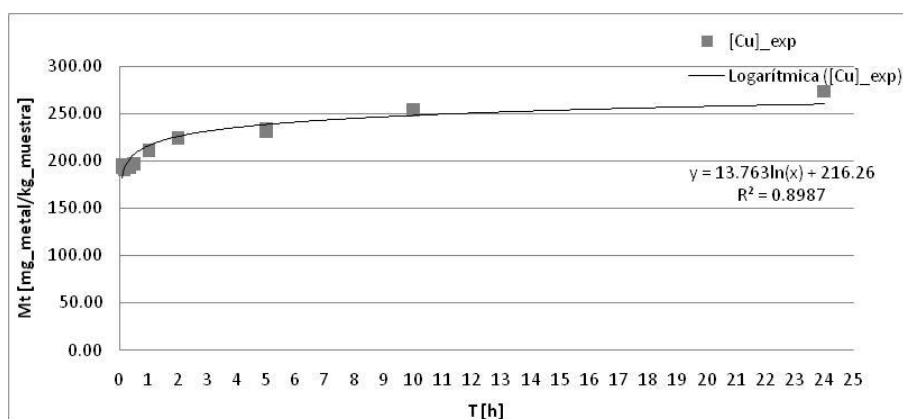


Figura D.9. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cobre.



t.agitación [horas]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]
0.08	5.88	5.27
0.17	5.67	5.50
0.33	5.54	5.73
0.50	5.70	5.87
1	5.71	6.10
2	6.12	6.32
5	6.18	6.63
5	6.31	6.63
10	7.01	6.86
24	7.92	7.15
R²		0.68
ARE		0.05

a=	$3.38 \cdot 10^7$	[mg/g·h]
b=	3.03	[g/mg]

Tabla D.10. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

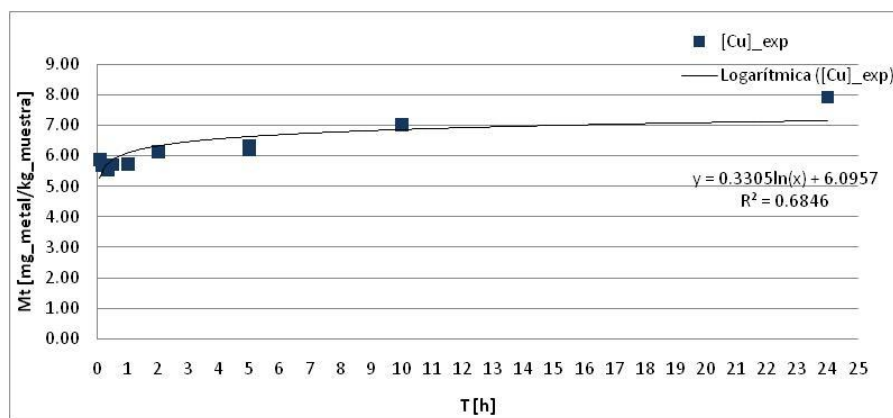


Figura D.10. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cobre.



D.2.3. Aluminio

t.agitación [horas]	[Al]_exp [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]
0.08	362.68	155.34
0.17	390.15	277.70
0.33	402.63	400.06
0.50	390.66	471.64
1	462.60	594.00
1	468.64	594.00
2	601.09	716.36
2	621.46	716.36
5	803.01	878.11
10	1029.59	1000.48
24	1426.50	1155.02
R²		0.82
ARE		0.21

a=	$5.11 \cdot 10^{-3}$	[mg/g·h]
b=	$5.66 \cdot 10^{-3}$	[g/mg]

Tabla D.11. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el aluminio.

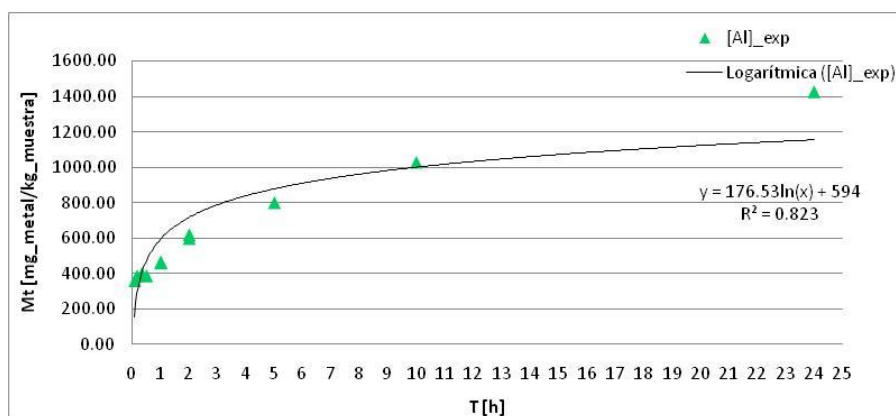


Figura D.11. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el aluminio.



t.agitación [horas]	[Al]_exp [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]
0.08	1077.65	447.96
0.17	1189.30	876.74
0.33	1279.82	1305.51
0.50	1287.88	1556.33
1	1588.65	1985.10
1	1591.30	1985.10
2	2043.72	2413.87
5	2646.05	2980.68
10	3394.62	3409.46
24	4377.70	3951.01
24	4386.44	3951.01
R²		0.91
ARE		0.19

a=	$1.53 \cdot 10^4$	[mg/g·h]
b=	$1.62 \cdot 10^{-3}$	[g/mg]

Tabla D.12. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el aluminio.

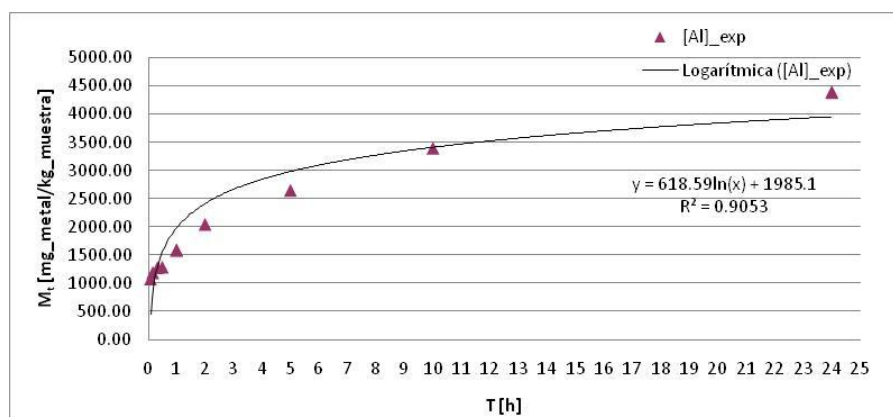


Figura D.12. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el aluminio.



t.agitación [horas]	[Al]_exp [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]
0.08	219.22	126.90
0.17	248.05	196.37
0.17	248.86	196.37
0.33	244.53	265.85
0.50	234.36	306.49
1	286.48	375.96
2	371.18	445.43
2	377.74	445.43
5	499.54	537.27
10	636.74	606.75
24	830.60	694.50
R²		0.85
ARE		0.20

a=	$4.27 \cdot 10^{-3}$	[mg/g·h]
b=	$9.98 \cdot 10^{-3}$	[g/mg]

Tabla D.13. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el aluminio.

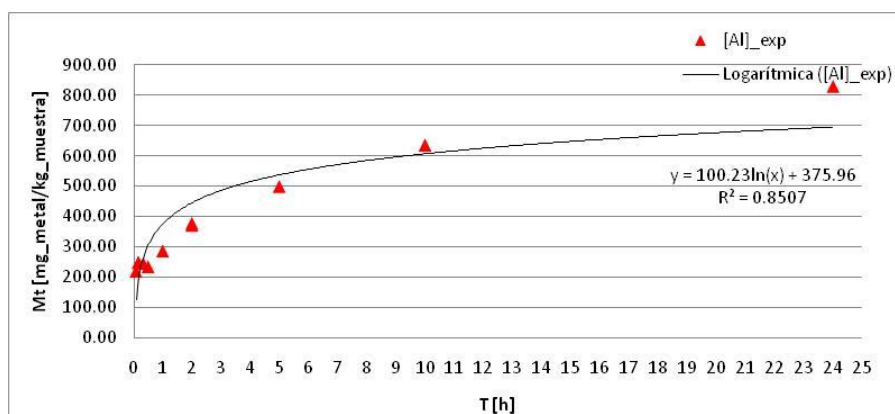


Figura D.13. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el aluminio.



t.agitación [horas]	[Al]_exp [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]
0.08	776.29	497.23
0.08	788.81	497.23
0.17	836.64	765.06
0.33	915.30	1032.90
0.33	920.97	1032.90
0.50	927.56	1189.57
1	1177.45	1457.40
2	1552.52	1725.23
5	1949.91	2079.29
5	1966.23	2079.29
10	2469.18	2347.12
24	3107.52	2685.40
R²		0.91
ARE		0.17

a=	$1.68 \cdot 10^4$	[mg/g·h]
b=	$2.59 \cdot 10^{-3}$	[g/mg]

Tabla D.14. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el aluminio.

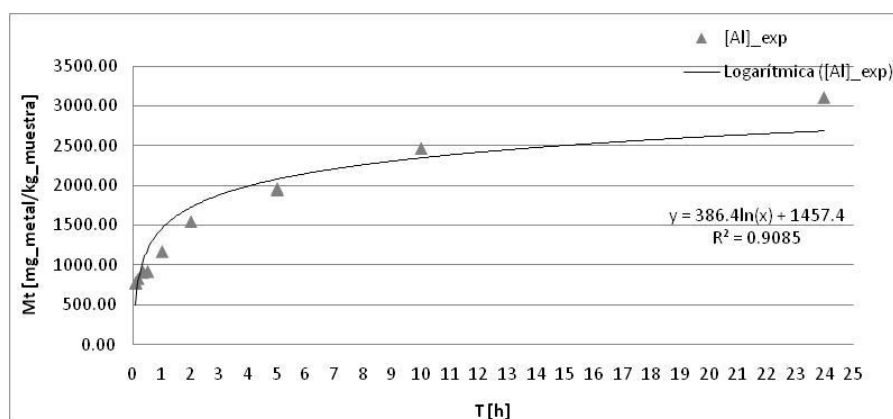


Figura D.14. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el aluminio.



t.agitación [horas]	[Al]_exp [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]
0.08	54.42	56.08
0.17	60.44	59.46
0.33	60.79	62.85
0.50	67.50	64.83
1	70.59	68.22
2	71.36	71.61
5	74.44	76.09
10	80.44	79.47
24	52.21	83.75
R²		0.95
ARE		0.02

a=	$5.64 \cdot 10^6$	[mg/g·h]
b=	$2.05 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.15. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el aluminio.

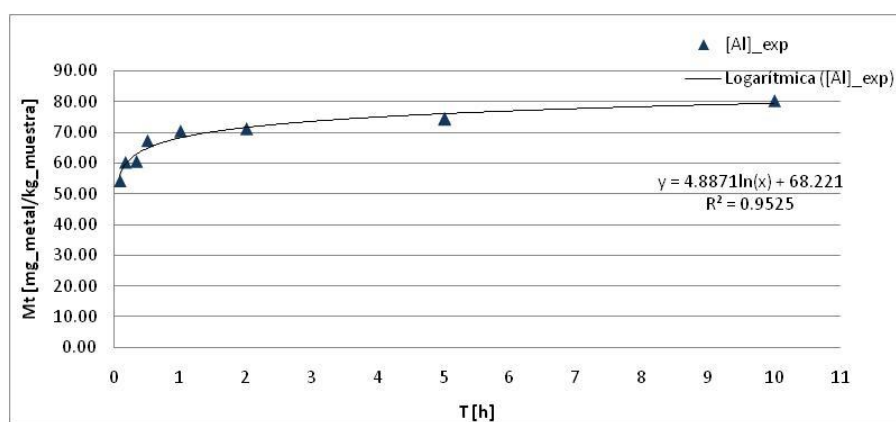


Figura D.15. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el aluminio.



D.2.4. Hierro

t.agitación [horas]	[Fe]_exp [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]
0.08	620.59	142.23
0.17	655.37	370.03
0.33	641.61	597.83
0.50	572.25	731.09
1	665.72	958.89
1	667.37	958.89
2	888.32	1186.69
2	914.20	1186.69
5	1233.22	1487.83
10	1688.93	1715.63
24	2791.56	2003.36
R²		0.70
ARE		0.32

a=	$6.08 \cdot 10^3$	[mg/g·h]
b=	$3.04 \cdot 10^{-3}$	[g/mg]

Tabla D.16. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el hierro.

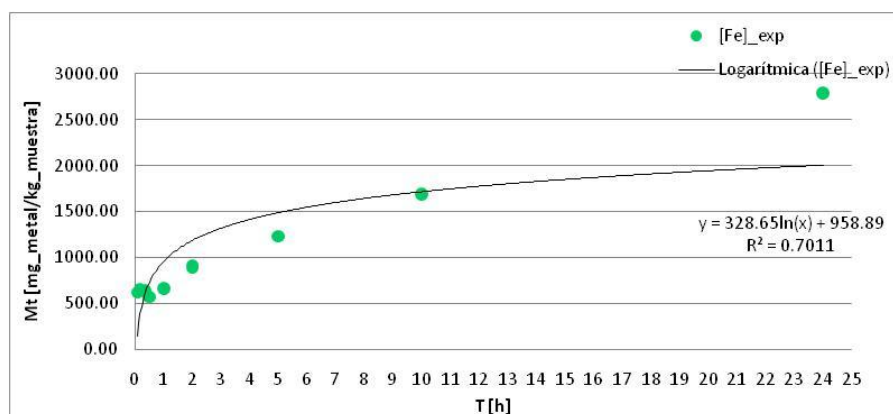


Figura D.16. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el hierro.



t.agitación [horas]	[Fe]_exp [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]
0.08	516.59	-4.25
0.17	539.20	263.41
0.33	548.91	531.07
0.50	512.73	687.64
1	619.04	955.30
1	626.03	955.30
2	852.34	1222.96
5	1211.33	1576.78
10	1718.95	1844.44
24	2606.56	2182.51
24	2645.99	2182.51
R²		0.81
ARE		0.37

a=	$4.58 \cdot 10^{-3}$	[mg/g·min]
b=	$2.59 \cdot 10^{-3}$	[g/mg]

Tabla D.17. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el hierro.

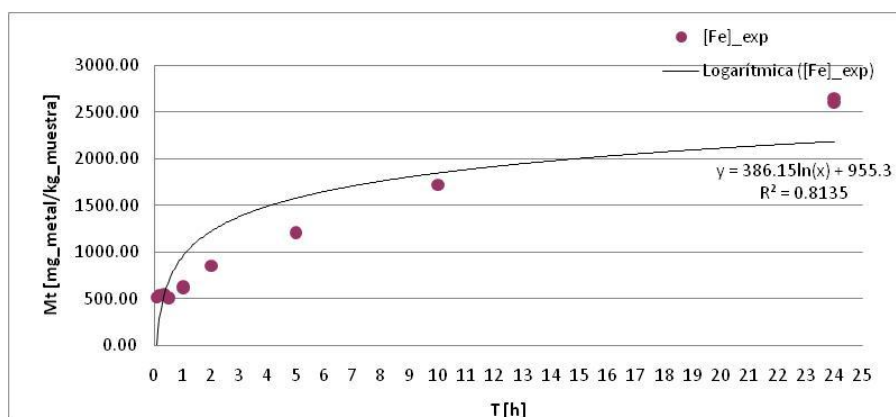


Figura D.17. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el hierro.



t.agitación [horas]	[Fe]_exp [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]
0.08	270.14	76.36
0.17	305.46	187.80
0.17	313.27	187.80
0.33	268.60	299.24
0.50	228.23	364.42
1	284.27	475.86
2	415.98	587.30
2	422.57	587.30
5	584.85	734.61
10	882.00	846.05
24	1358.17	986.80
R²		0.72
ARE		0.39

a=	$3.10 \cdot 10^3$	[mg/g·h]
b=	$6.22 \cdot 10^{-3}$	[g/mg]

Tabla D.18. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el hierro.

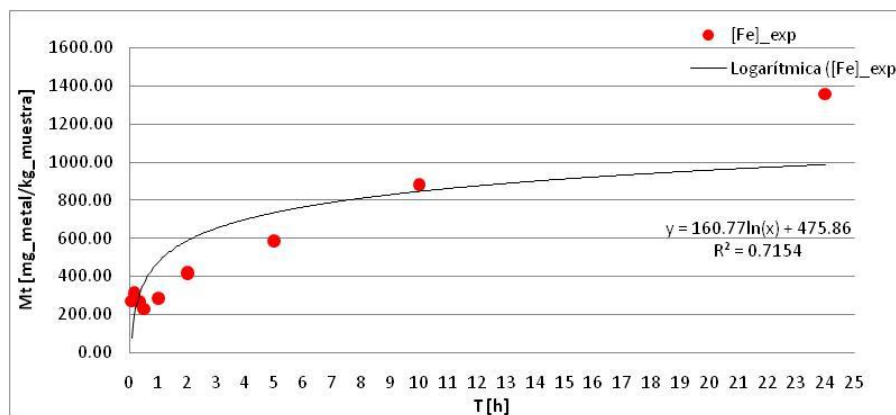


Figura D.18. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el hierro.



t.agitación [horas]	[Fe]_exp [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]
0.08	953.62	97.29
0.08	971.43	97.29
0.17	1008.21	702.02
0.33	1062.20	1306.74
0.33	1070.60	1306.74
0.50	951.22	1660.48
1	1299.71	2265.20
2	2048.77	2869.92
5	3092.51	3669.32
5	3115.55	3669.32
10	4688.42	4274.04
24	6694.10	5037.83
R²		0.80
ARE		0.43

a=	$1.17 \cdot 10^4$	[mg/g·min]
b=	$1.15 \cdot 10^{-3}$	[g/mg]

Tabla D.19. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el hierro.

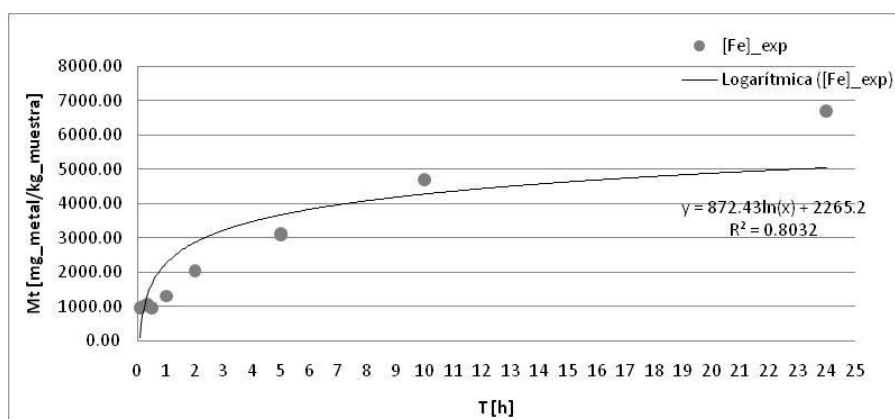


Figura D.19. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el hierro.



t.agitación [horas]	[Fe]_exp [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]
0.08	280.91	261.26
0.17	298.34	283.56
0.33	295.70	305.87
0.50	321.66	318.92
1	333.23	341.23
2	342.91	363.54
5	368.87	393.03
5	372.98	393.03
10	408.66	415.34
24	496.01	443.51
R²		0.87
ARE		0.05

a=	$1.29 \cdot 10^6$	[mg/g·h]
b=	$3.11 \cdot 10^{-2}$	[g/mg]

Tabla D.20. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el hierro.

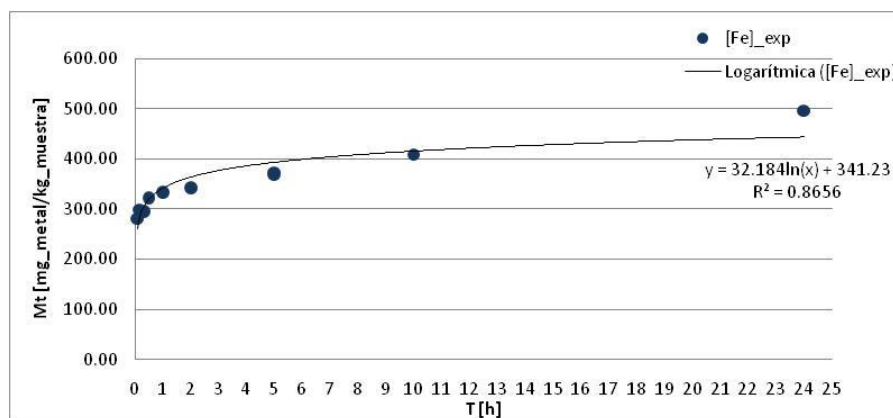


Figura D.20. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el hierro.



D.2.5. Cadmio

t.agitación [horas]	[Cd]_exp [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]
0.08	0.54	0.54
0.17	0.58	0.56
0.33	0.57	0.57
0.50	0.57	0.59
1	0.59	0.60
1	0.60	0.60
2	0.60	0.62
2	0.62	0.62
5	0.65	0.65
10	0.66	0.66
24	0.71	0.69
R²		0.91
ARE		0.02

a=	$1.90 \cdot 10^8$	[mg/g·h]
b=	$3.76 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.21. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cadmio.

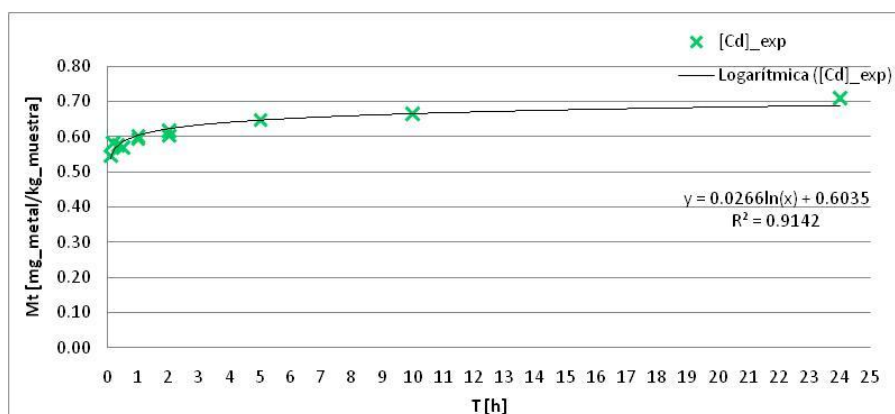


Figura D.21. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cadmio.



t.agitación [horas]	[Cd]_exp [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]
0.08	0.18	0.18
0.17	0.19	0.18
0.33	0.20	0.19
0.50	0.18	0.19
1	0.19	0.19
1	0.24	0.19
5	0.20	0.20
10	0.20	0.20
24	0.21	0.21
24	0.22	0.21
R²		0.61
ARE		0.04

a=	$2.76 \cdot 10^{13}$	[mg/g·h]
b=	$1.89 \cdot 10^2$	[g/mg]

Tabla D.22. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cadmio.

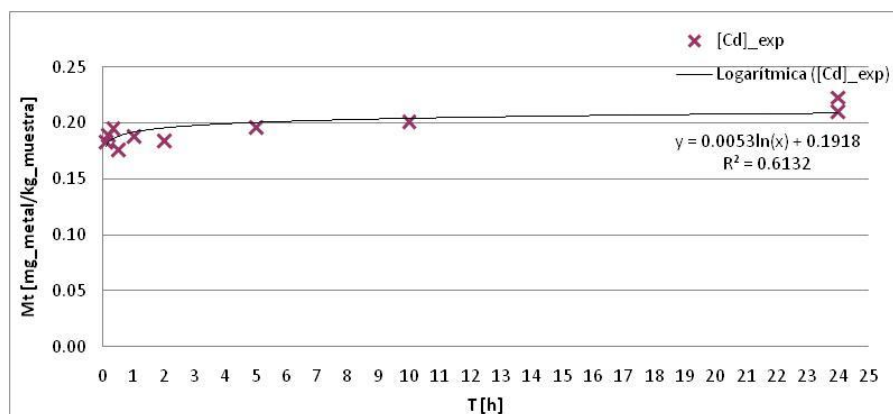


Figura D.22. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cadmio.



t.agitación [horas]	[Cd]_exp [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]
0.08	0.50	0.47
0.17	0.51	0.49
0.17	0.59	0.49
0.50	0.49	0.52
1	0.52	0.54
2	0.52	0.56
2	0.54	0.56
5	0.58	0.58
10	0.63	0.60
24	0.65	0.63
R²		0.80
ARE		0.04

a=	$5.12 \cdot 10^6$	[mg/g·h]
b=	$3.53 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.23. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cadmio.

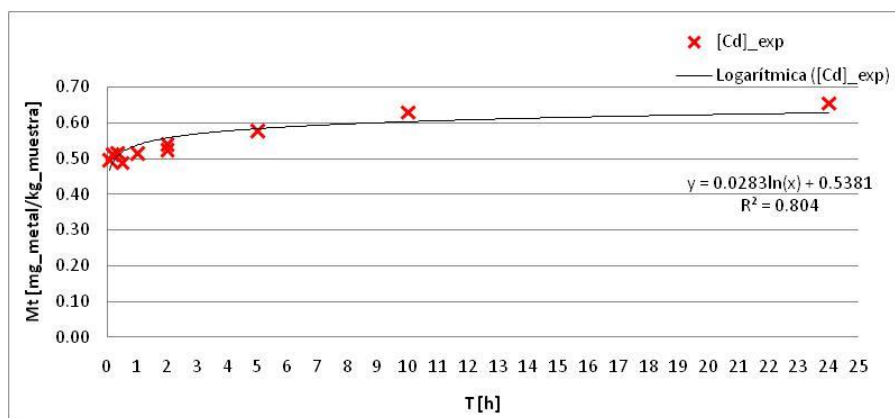


Figura D.23. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cadmio.



t.agitación [horas]	[Cd]_exp [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]
0.08	6.48	6.30
0.08	6.54	6.30
0.17	6.48	6.45
0.33	6.48	6.59
0.33	6.50	6.59
0.50	6.48	6.68
1	6.72	6.82
2	6.90	6.96
5	6.99	7.15
5	7.00	7.15
10	7.37	7.30
24	7.84	7.48
R²		0.83
ARE		0.02

a=	$3.60 \cdot 10^{13}$	[mg/g·h]
b=	4.81	[g/mg]

Tabla D.24. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cadmio.

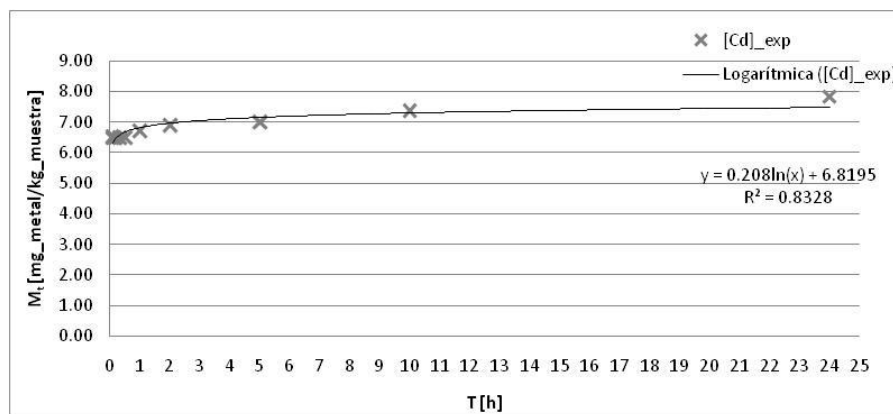


Figura D.24. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cadmio.



t.agitación [horas]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]
0.08	0.60	0.57
0.17	0.62	0.60
0.33	0.61	0.62
0.50	0.61	0.63
1	0.63	0.65
2	0.64	0.67
5	0.69	0.70
5	0.69	0.70
10	0.72	0.72
24	0.79	0.75
R²		0.84
ARE		0.03

a=	$4.29 \cdot 10^7$	[mg/g·h]
b=	$3.24 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.25. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cadmio.

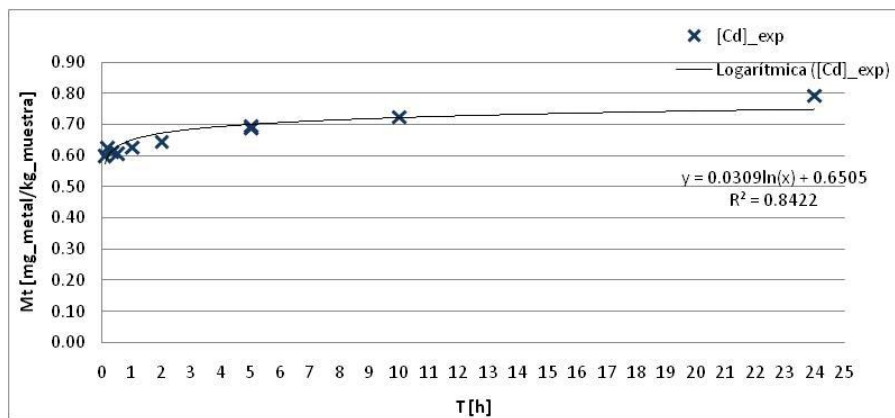


Figura D.25. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cadmio.



D.2.6. Mercurio

t.agitación [horas]	[Hg]_exp [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]
0.08	0.01	0.01
0.17	0.01	0.01
0.50	0.02	0.02
2	0.02	0.02
2	0.02	0.02
5	0.03	0.02
10	0.02	0.03
24	0.03	0.03
R^2		0.92
ARE		0.08

a=	1.04	[mg/g.h]
b=	$3.03 \cdot 10^2$	[g/mg]

Tabla D.26. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el mercurio.

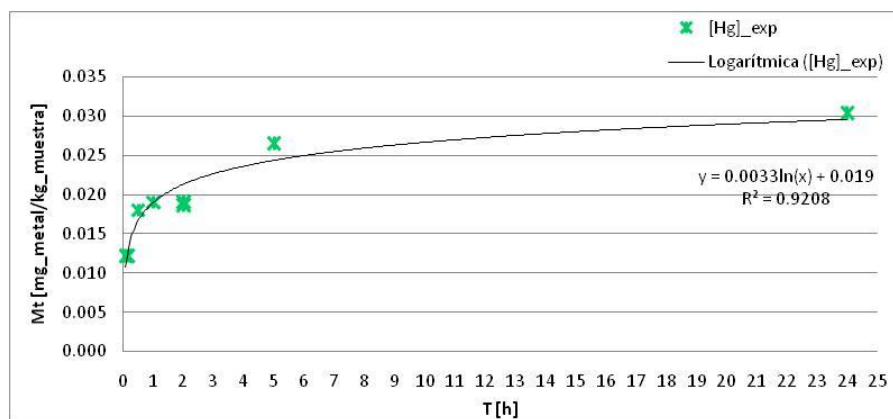


Figura D.26. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el mercurio.



t.agitación [horas]	[Hg]_exp [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]
0.08	0.00	0.00
0.17	0.00	0.00
0.33	0.01	0.00
0.50	0.01	0.00
1	0.00	0.01
1	0.00	0.01
2	0.01	0.01
5	0.01	0.01
10	0.01	0.01
24	0.01	0.01
24	0.01	0.01
R²		0.79
ARE		0.29

a=	$4.71 \cdot 10^{-2}$	[mg/g·h]
b=	$5.26 \cdot 10^2$	[g/mg]

Tabla D.27. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el mercurio.

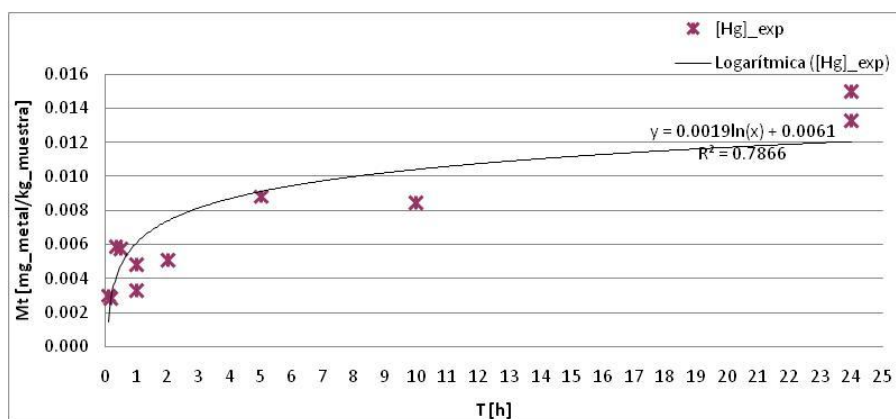


Figura D.27. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el mercurio.



t.agitación [horas]	[Hg]_exp [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]
0.08	0.05	0.05
0.17	0.06	0.06
0.33	0.08	0.06
1	0.07	0.07
2	0.07	0.08
2	0.07	0.08
5	0.10	0.09
10	0.08	0.10
24	0.11	0.11
R²		0.90
ARE		0.07

a=	$1.53 \cdot 10^1$	[mg/g·h]
b=	$9.80 \cdot 10^1$	[g/mg]

Tabla D.28. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el mercurio.

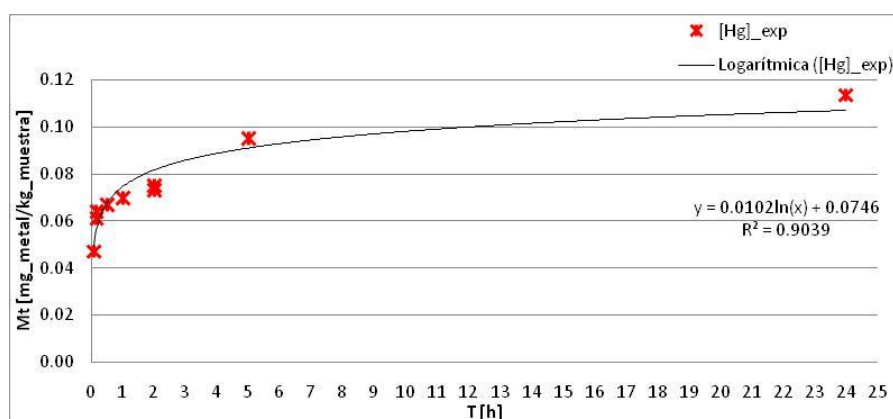


Figura D.28. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el mercurio.



t.agitación [horas]	[Hg]_exp [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]
0.08	0.00	0.00
0.08	0.00	0.00
0.17	0.00	0.00
0.33	0.01	0.00
0.33	0.01	0.00
0.50	0.01	0.01
1	0.00	0.01
2	0.01	0.01
5	0.00	0.01
5	0.01	0.01
10	0.01	0.01
R²		0.79
ARE		0.25

a=	$7.71 \cdot 10^{-2}$	[mg/g·h]
b=	$6.25 \cdot 10^2$	[g/mg]

Tabla D.29. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el mercurio.

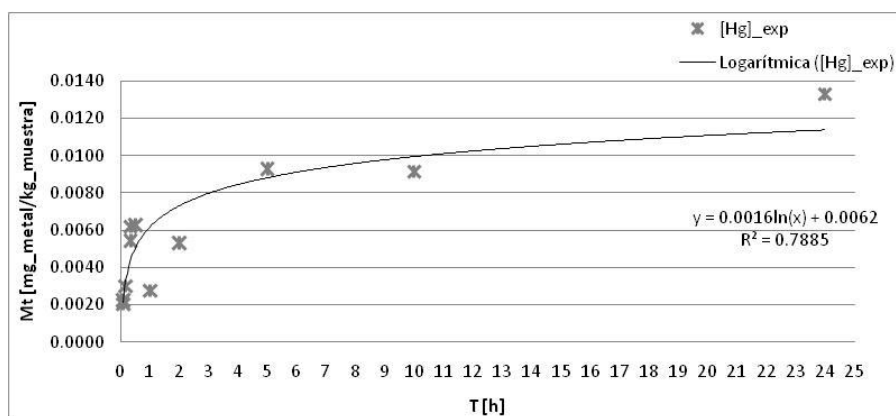


Figura D.29. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el mercurio.



D.2.7. Cromo

t.agitación [horas]	[Pb]_exp [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]
0.08	2.96	2.52
0.17	3.12	2.82
0.33	3.16	3.11
0.50	3.08	3.29
1	3.20	3.58
1	3.36	3.58
2	3.53	3.88
2	3.57	3.88
5	4.41	4.27
10	4.48	4.56
24	5.56	4.94
R^2		0.82
ARE		0.08

a=	$1.88 \cdot 10^3$	[mg/g·h]
b=	2.34	[g/mg]

Tabla D.30. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el plomo.

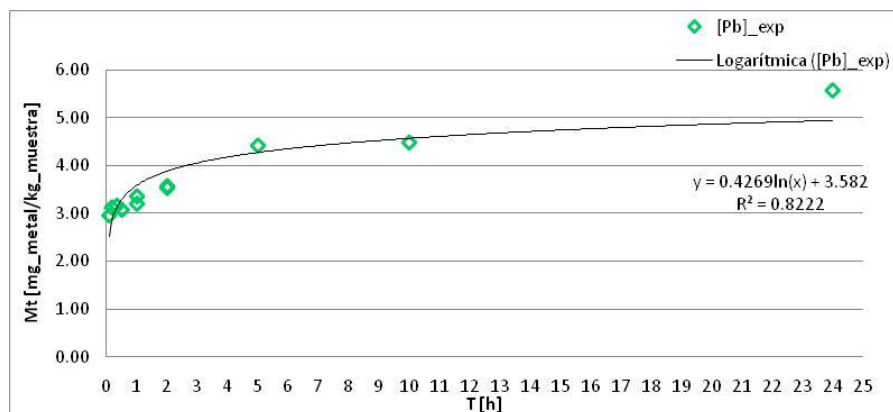


Figura D.30. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el plomo.



t.agitación [horas]	[Pb]_exp [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]
0.08	2.37	1.95
0.17	2.38	2.21
0.33	2.55	2.47
0.50	2.43	2.62
1	2.60	2.88
1	2.69	2.88
2	2.80	3.14
5	3.25	3.49
10	3.54	3.75
24	4.16	4.08
24	4.75	4.08
R²		0.84
ARE		0.09

a=	$7.93 \cdot 10^2$	[mg/g·h]
b=	2.66	[g/mg]

Tabla D.31. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el plomo.

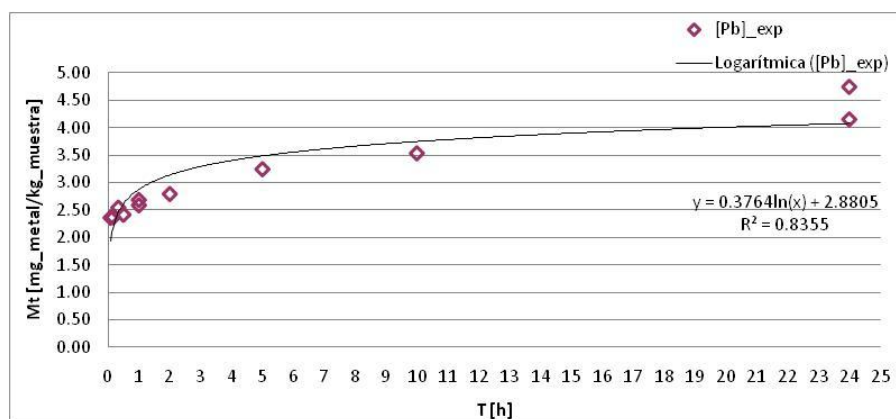


Figura D.31. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el plomo.



t.agitación [horas]	[Pb]_exp [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]
0.08	47.58	40.25
0.17	49.66	45.34
0.17	50.10	45.34
0.33	47.39	50.44
0.50	45.65	53.42
1	50.66	58.52
2	59.53	63.62
2	59.78	63.62
5	69.68	70.36
10	78.05	75.45
24	90.18	81.89
R²		0.84
ARE		0.09

a=	$2.10 \cdot 10^4$	[mg/g·h]
b=	$1.36 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.32. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el plomo.

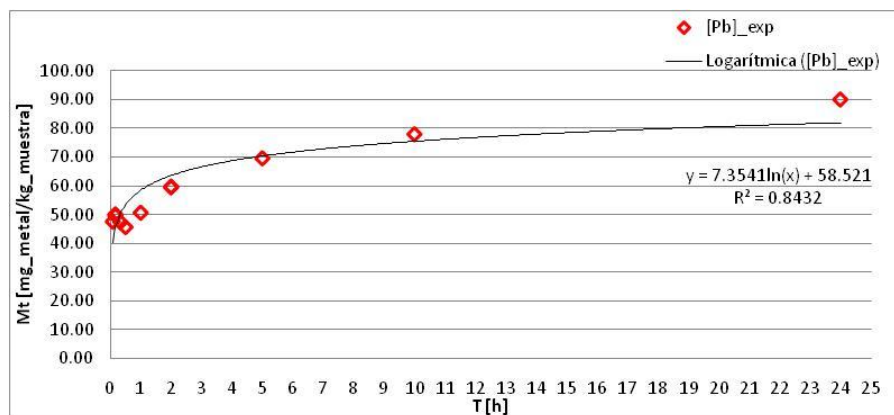


Figura D.32. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el plomo.



t.agitación [horas]	[Pb]_exp [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]
0.08	8.55	6.93
0.08	9.03	6.93
0.17	8.78	8.10
0.33	8.37	9.26
0.33	8.39	9.26
0.50	8.15	9.94
1	8.99	11.10
2	11.12	12.26
5	13.18	13.80
5	13.61	13.80
10	15.85	14.96
24	18.73	16.43
R²		0.82
ARE		0.13

a=	$1.26 \cdot 10^3$	[mg/g·h]
b=	$5.97 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.33. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el plomo.

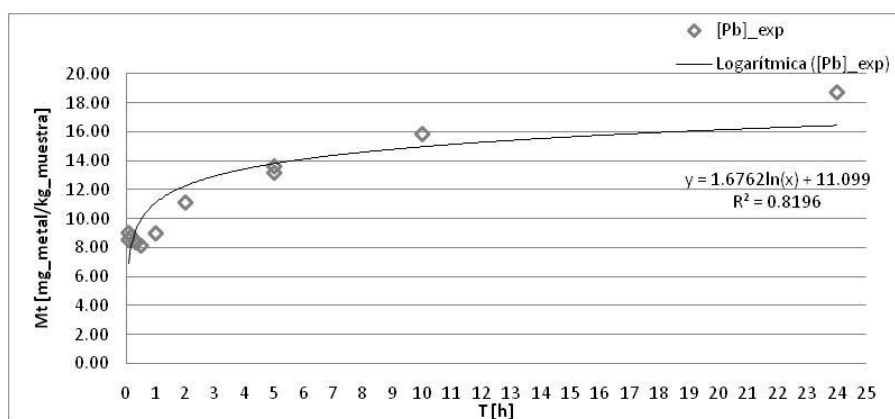


Figura D.33. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el plomo.



D.2.8. Cromo

t.agitación [horas]	[Cr]_exp [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]
0.08	0.00	0.00
0.33	0.05	0.03
0.50	0.03	0.04
2	0.05	0.07
5	0.00	0.09
10	0.03	0.11
R^2		0.91
ARE		0.48

a=	$2.61 \cdot 10^{-1}$	[mg/g·h]
b=	$4.26 \cdot 10^1$	[g/mg]

Tabla D.34. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cromo.

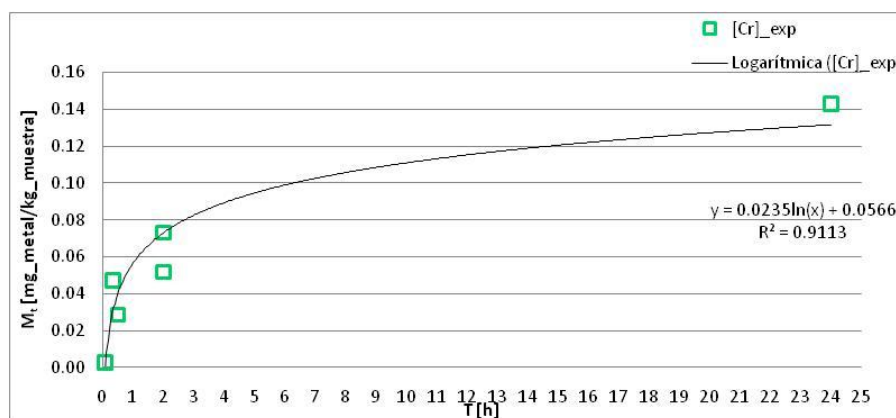


Figura D.34. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cromo.



t.agitación [horas]	[Cr]_exp [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]
0.08	0.04	-0.01
0.17	0.00	0.03
0.33	0.03	0.07
0.50	0.14	0.09
1	0.08	0.13
1	0.09	0.13
2	0.17	0.18
5	0.06	0.23
24	0.32	0.32
24	0.37	0.32
R²		0.89
ARE		0.52

a=	$5.67 \cdot 10^{-1}$	[mg/g·h]
b=	$1.68 \cdot 10^1$	[g/mg]

Tabla D.35. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cromo.

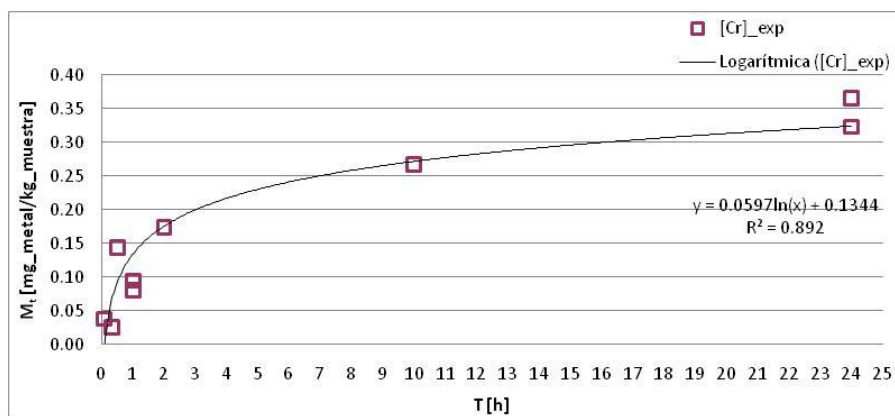


Figura D.35. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cromo.



t.agitación [horas]	[Cr]_exp [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]
0.17	0.00	0.03
0.33	0.07	0.05
0.50	0.06	0.07
1	0.12	0.09
2	0.05	0.12
2	0.08	0.12
5	0.25	0.15
10	0.17	0.18
R^2		0.72
ARE		0.40

a=	$4.41 \cdot 10^{-1}$	[mg/g·h]
b=	$2.67 \cdot 10^1$	[g/mg]

Tabla D.36. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cromo.

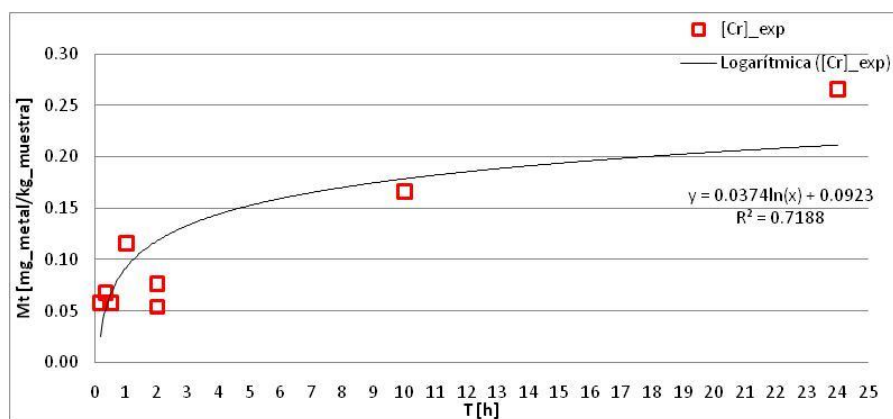


Figura D.36. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cromo.



t.agitación [horas]	[Cr]_exp [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]
0.08	0.24	0.24
0.08	0.33	0.24
0.17	0.32	0.27
0.33	0.23	0.30
0.33	0.29	0.30
0.50	0.28	0.32
1	0.29	0.35
2	0.49	0.38
5	0.37	0.42
5	0.42	0.42
24	0.57	0.49
R²		0.73
ARE		0.12

a=	$1.19 \cdot 10^2$	[mg/g·h]
b=	$2.26 \cdot 10^1$	[g/mg]

Tabla D.37. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cromo.

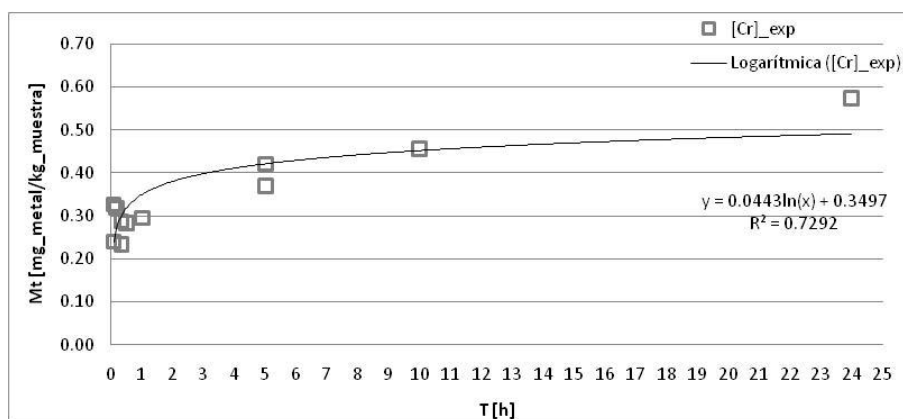


Figura D.37. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el cromo.



D.2.9. Arsénico

t.agitación [horas]	[As]_exp [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]
0.08	0.25	0.22
0.17	0.27	0.25
0.33	0.27	0.28
0.50	0.31	0.30
1	0.31	0.34
1	0.31	0.34
2	0.34	0.37
2	0.34	0.37
5	0.43	0.41
10	0.47	0.45
24	0.50	0.49
R²		0.93
ARE		0.06

a=	$5.77 \cdot 10^1$	[mg/g·h]
b=	$2.11 \cdot 10^1$	[g/mg]

Tabla D.38. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el arsénico.

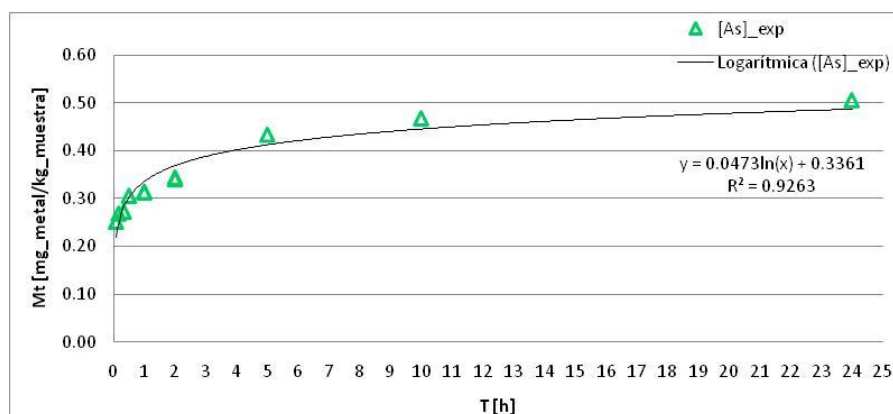


Figura D.38. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el arsénico.



t.agitación [horas]	[As]_exp [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]
0.08	0.54	0.01
0.17	0.65	0.33
0.33	0.70	0.65
0.50	0.73	0.84
1	0.78	1.16
1	0.79	1.16
2	0.98	1.48
5	1.49	1.90
10	2.07	2.22
24	3.09	2.63
24	3.17	2.63
R²		0.83
ARE		0.35

a=	5.66	[mg/g·h]
b=	2.16	[g/mg]

Tabla D.39. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el arsénico.

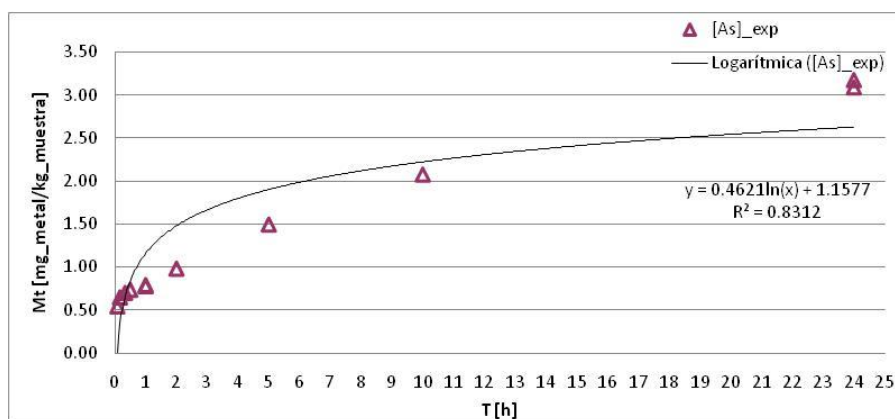


Figura D.39. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el arsénico.



t.agitación [horas]	[As]_exp [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]
0.08	2.05	1.94
0.17	2.20	2.13
0.17	2.29	2.13
0.33	2.33	2.33
0.50	2.45	2.44
1	2.54	2.63
2	2.57	2.82
2	2.57	2.82
5	2.92	3.08
10	3.34	3.27
24	3.86	3.52
R^2		0.89
ARE		0.05

a=	$3.64 \cdot 10^3$	[mg/g·h]
b=	3.60	[g/mg]

Tabla D.40. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el arsénico.

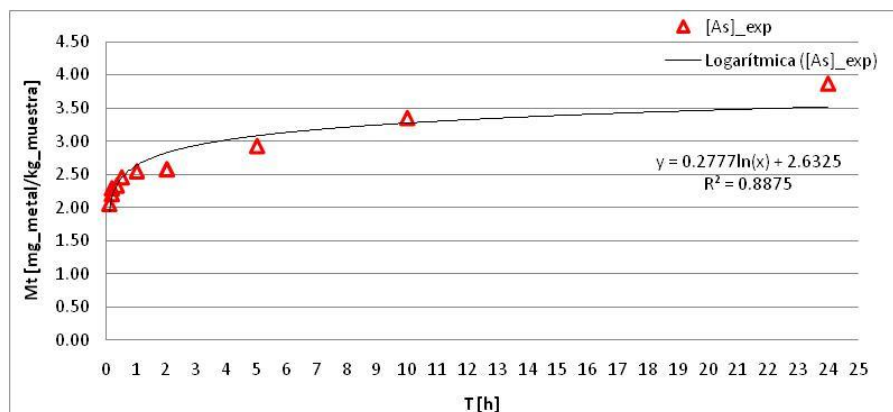


Figura D.40. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el arsénico.



t.agitación [horas]	[As]_exp [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]
0.08	1.00	0.47
0.08	1.02	0.47
0.17	1.14	0.91
0.33	1.21	1.35
0.33	1.26	1.35
0.50	1.29	1.61
1	1.44	2.06
2	1.78	2.50
5	2.62	3.08
5	2.65	3.08
10	3.71	3.53
24	5.39	4.09
R²		0.81
ARE		0.26

a=	1.60·10 ⁻¹	[mg/g·h]
b=	1.57	[g/mg]

Tabla D.41. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el arsénico.

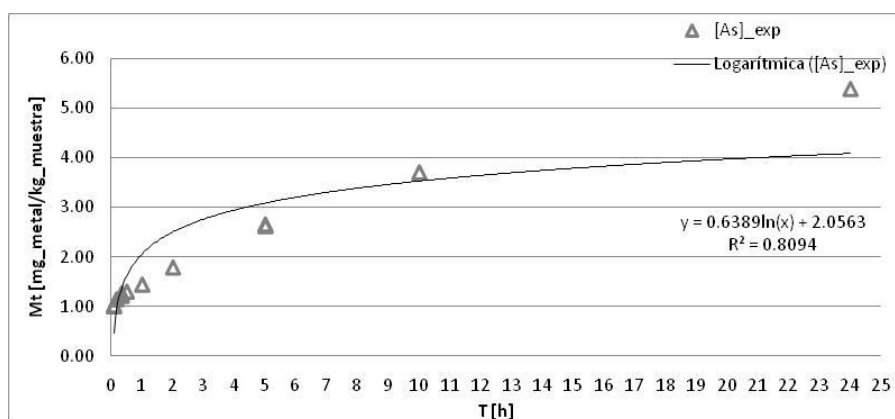


Figura D.41. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el arsénico.



D.2.10. Níquel

t.agitación [horas]	[Ni]_exp [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]
0.08	0.62	0.20
0.17	0.49	0.34
0.33	0.45	0.47
0.50	0.45	0.54
1	0.47	0.67
1	0.50	0.67
2	0.56	0.80
2	0.59	0.80
5	0.78	0.98
10	1.07	1.11
24	1.88	1.27
R²		0.57
ARE		0.31

a=	6.70	[mg/g·h]
b=	5.30	[g/mg]

Tabla D.42. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el níquel.

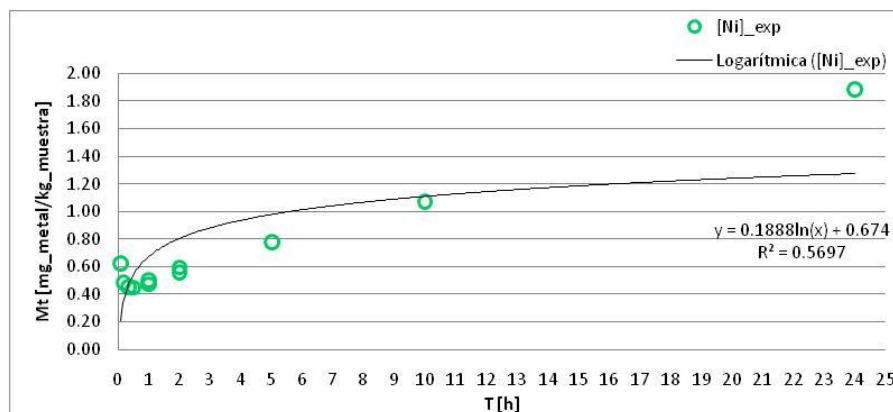


Figura D.42. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el níquel.



t.agitación [horas]	[Ni]_exp [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]
0.08	0.44	0.15
0.17	0.46	0.31
0.50	0.53	0.56
1	0.50	0.71
1	0.51	0.71
2	0.63	0.87
5	0.89	1.07
10	1.14	1.23
24	1.67	1.43
24	1.70	1.43
R²		0.80
ARE		0.28

a=	5.36	[mg/g·h]
b=	4.45	[g/mg]

Tabla D.43. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el níquel.

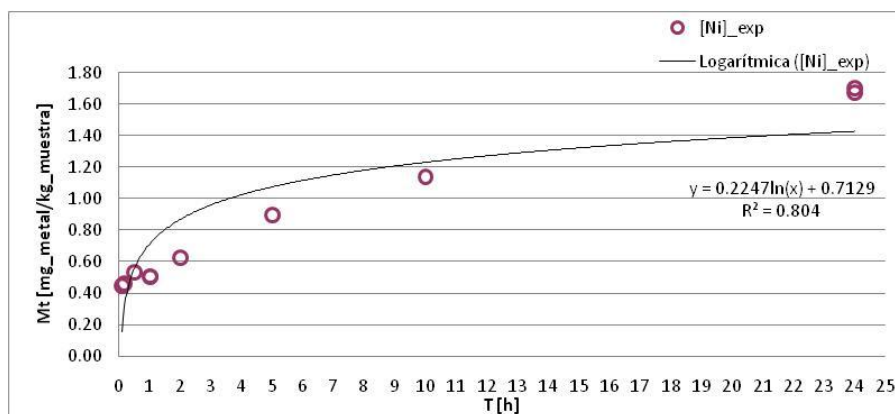


Figura D.43. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el níquel.



t.agitación [horas]	[Ni]_exp [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]
0.08	0.10	0.03
0.17	0.11	0.08
0.17	0.29	0.08
0.50	0.11	0.14
1	0.15	0.18
2	0.17	0.22
2	0.18	0.22
5	0.22	0.28
10	0.34	0.32
24	0.46	0.37
R²		0.82
ARE		0.25

a=	1.28	[mg/g·h]
b=	$1.68 \cdot 10^{-1}$	[g/mg]

Tabla D.44. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el níquel.

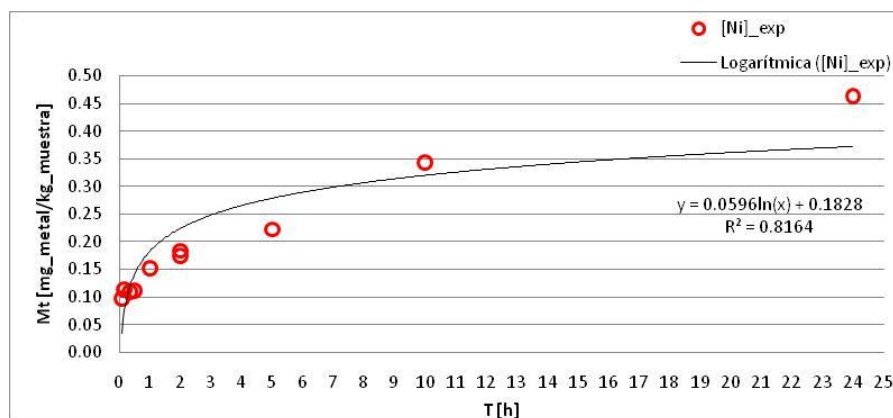


Figura D.44. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el níquel.



t.agitación [horas]	[Ni]_exp [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]
0.08	1.10	0.99
0.08	1.25	0.99
0.17	1.18	1.14
0.33	1.27	1.30
0.33	1.30	1.30
0.50	1.23	1.39
1	1.28	1.54
2	1.48	1.70
5	1.82	1.90
5	1.82	1.90
10	2.11	2.06
24	2.62	2.25
R²		0.84
ARE		0.09

a=	$2.21 \cdot 10^{-2}$	[mg/g·h]
b=	4.47	[g/mg]

Tabla D.45. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el níquel.

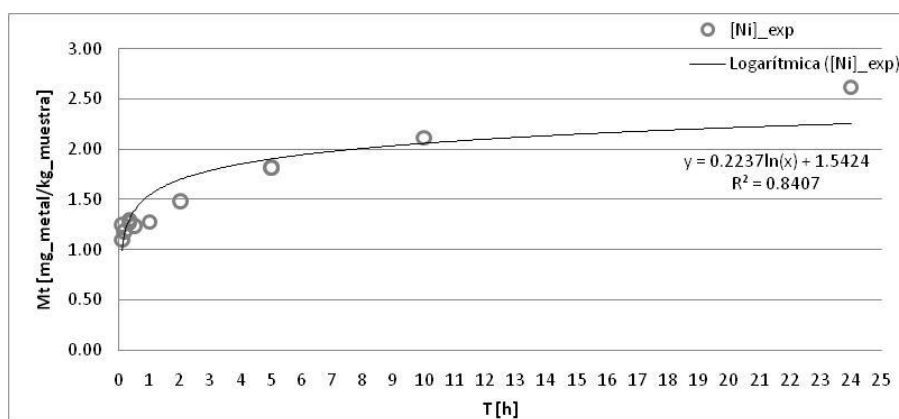


Figura D.45. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el níquel.



t.agitación [horas]	[Ni]_exp [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]
0.08	0.26	0.19
0.17	0.24	0.21
0.33	0.23	0.23
0.50	0.23	0.25
1	0.21	0.27
2	0.23	0.29
5	0.28	0.31
5	0.28	0.31
10	0.32	0.34
24	0.49	0.36
R²		0.46
ARE		0.16

a=	$2.46 \cdot 10^2$	[mg/g·h]
b=	$3.38 \cdot 10^1$	[g/mg]

Tabla D.46. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo de Elovich, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el níquel.

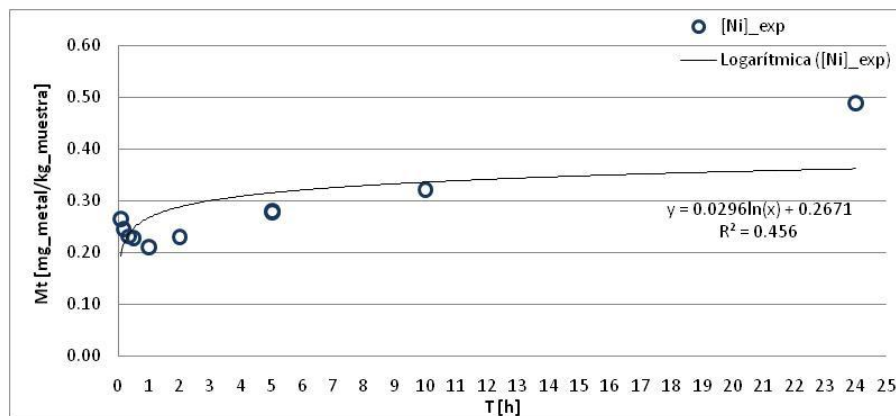


Figura D.46. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo de Elovich para el níquel.



E. Modelo two first-order reactions

Índice:

E.1.	Metodología	2
E.2.	Datos experimentales y valores obtenidos por el modelo two first order-reactions	4
E.2.1.	Cinc	4
E.2.2.	Cobre	9
E.2.3.	Aluminio.....	14
E.2.4.	Hierro	19
E.2.5.	Cadmio	24
E.2.6.	Mercurio	29
E.2.7.	Plomo	33
E.2.8.	Cromo.....	37
E.2.9.	Arsénico	41
E.2.10.	Níquel	45



E.1. Metodología

Como ya se ha comentado en la memoria, la base de este modelo es que se consideran dos reacciones simultáneas: una rápida, que implica la fracción de metal fácilmente extraíble; y otra más lenta, considerando la extracción de la fracción de metal de extracción más difícil. Debido al comportamiento de los datos experimentales obtenidos, y de acuerdo con la bibliografía consultada [Fangueiro et al., 2005], se considera que la primera reacción sucede a tiempos inferiores o iguales a una hora, mientras que la reacción lenta se da hasta el equilibrio. Por tanto, el modelo final tendrá un comportamiento marcado por la reacción rápida hasta la primera hora, y después dominará la extracción lenta.

Teniendo esto en cuenta, y recordando que la ecuación final del modelo es la descrita en la ecuación (Ec.E.1), la metodología seguida para definir el modelo se especifica a continuación:

$$Q_t = Q_1^0 \cdot (1 - e^{-k_1 t}) + Q_2^0 \cdot (1 - e^{-k_2 t}) \quad (\text{Ec.E.1})$$

1. Estimar la primera parte de la ecuación, correspondiente a la reacción más rápida ($Q_1^0(1 - e^{-k_1 t})$), a partir de los datos experimentales correspondientes a tiempos inferiores o iguales a 1 hora. Para ello, se considera la relación definida en la ecuación (Ec. E.2), lo que significa que se supone Q_2^0 es nulo.

$$Q_t = Q_1^0 \cdot (1 - e^{-k_1 t}) \quad \forall t \leq 1h \quad (\text{Ec. E.2})$$

2. El segundo paso necesario para poder estimar las constantes asociadas a la reacción rápida es definir una función objetivo. Dado que el objetivo es encontrar el modelo que mejor se ajuste a los datos experimentales, se definirá la función dif^2 , definida en la ecuación (Ec. E.3), que permitirá minimizar la diferencia entre valores experimentales y valores calculados por el modelo:

$$\text{dif}^2 = (Q_{t_{\text{exp}}} - Q_{t_{\text{calc}}})^2 \quad (\text{Ec. E.3})$$

3. Finalmente, el último paso para obtener las constantes ligadas a la fracción fácilmente extraíble, Q_1^0 y k_1 , es darles un valor inicial, que será 1 en los dos casos, y resolver el sistema.



4. Una vez resuelta la primera parte del problema, se debe buscar el valor de las constantes ligadas a la reacción más lenta, Q_2^0 y k_2 . Para ello, se considera la ecuación (Ec. E.4). Además, dada la definición del modelo, se va a suponer que la parte de la ecuación referente a la extracción rápida, $Q_1^0(1 - e^{-k_1 t})$, se mantiene constante para tiempos superiores a 1 hora, ya que se supone que, a ese tiempo, todo el metal fácilmente extraíble ya ha sido separado del sedimento.

$$Q_t = Q_1^0 \cdot (1 - e^{-k_1 t}) + Q_2^0 \cdot (1 - e^{-k_2 t}) \quad \forall t \leq 24h \quad (\text{Ec. E.4})$$

5. Finalmente, se considerará la misma función objetivo que en el caso anterior, definida en la ecuación (Ec. E.3). Se dará un valor inicial de 1 a las constantes Q_2^0 y k_2 , y se resolverá el sistema.

De esta manera, las tablas que se presentan a continuación contienen los datos experimentales, los datos obtenidos en la estimación de las constantes Q_1^0 y k_1 (two first-order – 1 hora) la estimación de las constantes Q_2^0 y k_2 (two first-order -24 horas) y, finalmente, el valor resultante para dichas constantes. También se incluye el valor del coeficiente R^2 y del error relativo ARE . Además, debajo de cada tabla está la representación de los datos experimentales y el modelo correspondiente.



E.2. Datos experimentales y valores obtenidos por el modelo two first order-reactions

E.2.1. Cinc

Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Zn]_exp [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	11.0440	9.6212	2.0245	9.7595	1.6499
10	9.8130	12.1791	5.5987	12.4558	6.9843
20	10.8665	13.0400	4.7243	13.5931	7.4342
30	12.9357	13.1009	0.0273	13.9301	0.9889
60	14.4107	13.1055	1.7035	14.7620	0.1234
60	15.2825	13.1055	4.7392	14.7620	0.2709
120	14.3416	13.1055	-	16.4105	4.2802
120	18.5444	13.1055	-	16.4105	4.5535
300	18.7949	13.1055	-	21.3086	6.3185
1440	51.7354	13.1055	-	50.7385	0.9938
		suma (dif ²)	18.8174	suma (dif ²)	33.5977
				R ²	0.9796
				ARE	0.1184

Q ₁ [mg/kg]	13.1055	Q ₂ [mg/kg]	344.5832
k ₁ [min ⁻¹]	0.2650	k ₂ [min ⁻¹]	0.0001

Tabla E.1. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

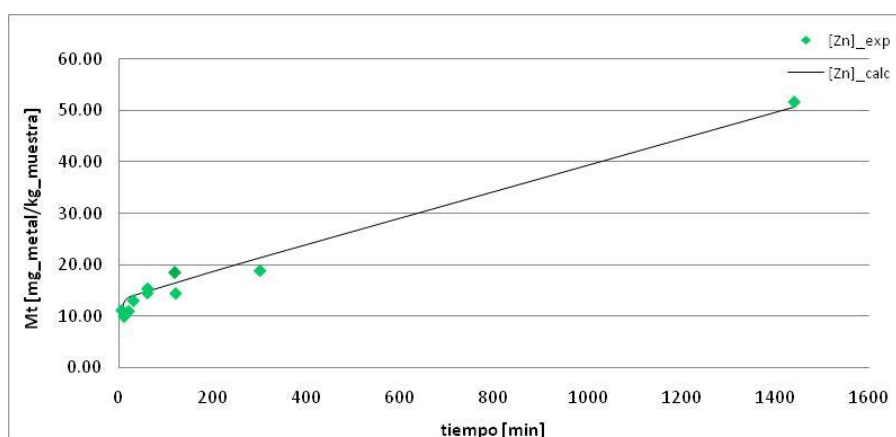


Figura E.1. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cinc.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Zn]_exp [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	17.4203	15.6602	3.0981	15.8507	2.4637
10	16.1202	19.5849	12.0043	19.9642	14.7763
20	20.6288	20.8151	0.0347	21.5666	0.8796
30	18.9084	20.8923	3.9360	22.0094	9.6159
60	21.5179	20.8975	0.3849	23.0710	2.4121
60	24.3742	20.8975	12.0871	23.0710	1.6981
120	22.3639	20.8975	-	25.0155	7.0312
300	29.9223	20.8975	-	29.7036	0.0478
600	37.0617	20.8975	-	34.7500	5.3442
1440	37.0995	20.8975	-	40.0984	8.9930
1440.	42.2040	20.8975	-	40.0984	4.4339
		suma (dif^2)	31.5452	suma (dif^2)	57.6958
				R ²	0.9384
				ARE	0.0893

Q ₁ [mg/kg]	20.8975	Q ₂ [mg/kg]	20.6255
k ₁ [min ⁻¹]	0.2768	k ₂ [min ⁻¹]	0.0019

Tabla E.2. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

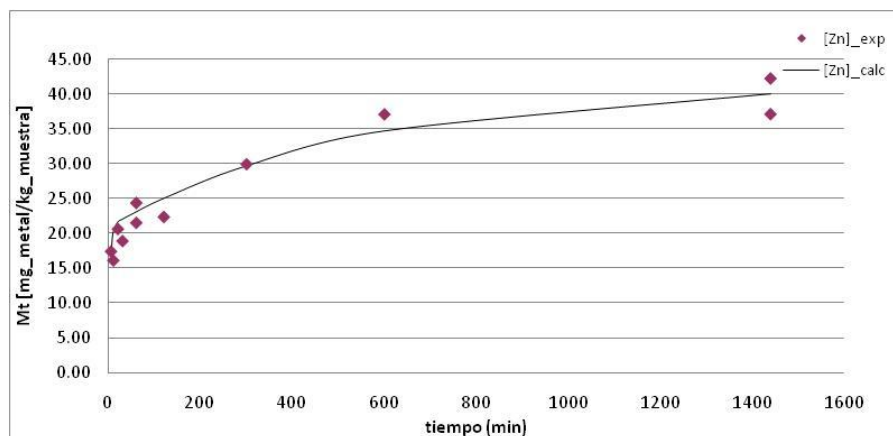


Figura E.2. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cinc.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Zn]_exp [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	19.9089	19.8504	0.0034	20.1029	0.0376
10	19.3798	20.6154	1.5267	21.1169	3.0175
10	21.0926	20.6154	0.2277	21.1169	0.0006
20	20.4240	20.6460	0.0493	21.6354	1.4675
30	20.5045	20.6461	0.0200	22.1101	2.5778
60	21.7107	20.6461	1.1334	23.4579	3.0529
120	26.9431	20.6461	-	25.8414	1.2137
120	27.1595	20.6461	-	25.8414	1.7373
300	31.3676	20.6461	-	31.0260	0.1166
600	34.8211	20.6461	-	35.5685	0.5587
1440	38.9987	20.6461	-	38.7538	0.0600
		suma (dif ²)	2.9606	suma (dif ²)	13.8402
				R ²	0.9765
				ARE	0.0406

Q ₁ [mg/kg]	20.6461	Q ₂ [mg/kg]	18.4572
k ₁ [min ⁻¹]	0.6512	k ₂ [min ⁻¹]	0.0028

Tabla E.3. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

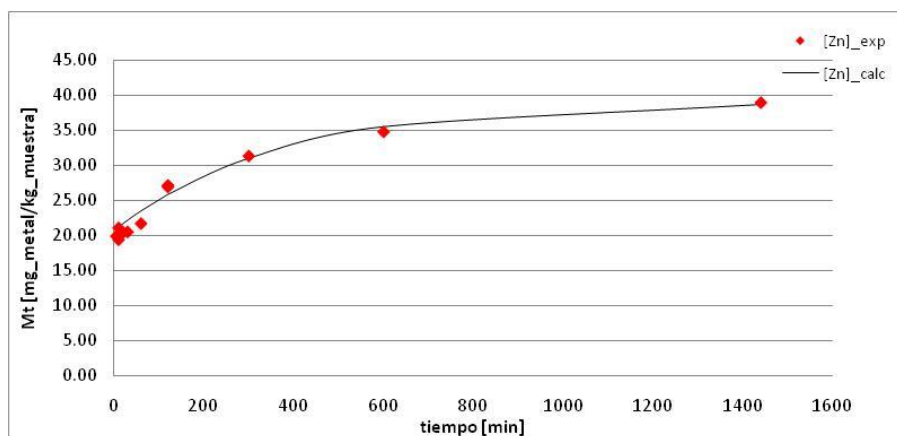


Figura E.3. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cinc.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Zn]_exp [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	118.9404	119.3732	0.1873	120.1747	1.5236
5	120.0686	119.3732	0.4835	120.1747	0.0113
10	116.6331	122.1909	30.8896	123.7861	51.1658
20	119.6718	122.2590	6.6935	125.4183	33.0221
20	121.3599	122.2590	0.8083	125.4183	16.4704
30	119.7935	122.2591	6.0789	126.9520	51.2443
60	133.5095	122.2591	126.5723	131.3761	4.5512
120	146.7118	122.2591	-	139.4785	52.3200
300	158.8943	122.2591	-	158.7653	0.0166
300	160.3251	122.2591	-	158.7653	2.4328
600	175.1408	122.2591	-	179.0027	14.9145
1440	200.5246	122.2591	-	199.3509	1.3774
		suma (dif^2)	171.7135	suma (dif^2)	229.0500
				R ²	0.9760
				ARE	0.0265

Q ₁ [mg/kg]	122.2591	Q ₂ [mg/kg]	81.9175
k ₁ [min ⁻¹]	0.7493	k ₂ [min ⁻¹]	0.0020

Tabla E.4. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

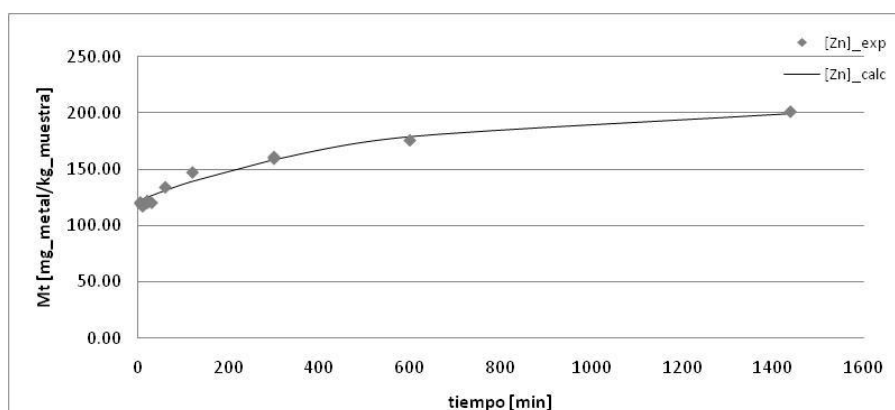


Figura E.4. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cinc.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Zn]_exp [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Zn]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	31.8803	31.8133	0.0045	31.9145	0.0012
10	30.4709	32.3731	3.6182	32.5748	4.4263
20	29.9267	32.3831	6.0341	32.7839	8.1637
30	33.9916	32.3831	2.5872	32.9804	1.0226
60	35.0669	32.3831	7.2028	33.5544	2.2876
120	37.7334	32.3831	-	34.6366	9.5904
300	36.2485	32.3831	-	37.4137	1.3577
300	36.5403	32.3831	-	37.4137	0.7629
600	40.9310	32.3831	-	40.8002	0.0171
1440	45.5773	32.3831	-	45.4728	0.0109
		suma (dif^2)	19.4469	suma (dif^2)	27.6405
				R ²	0.8686
				ARE	0.0382

Q ₁ [mg/kg]	32.3831	Q ₂ [mg/kg]	15.3934
k ₁ [min ⁻¹]	0.8080	k ₂ [min ⁻¹]	0.0013

Tabla E.5. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cinc.

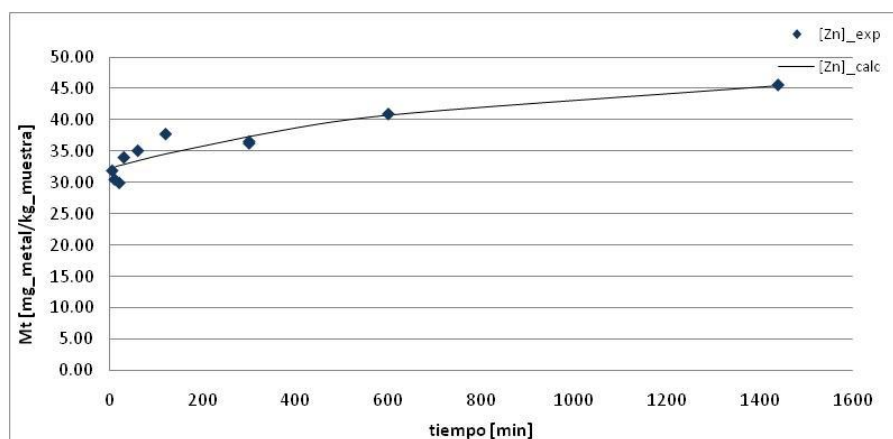


Figura E.5. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cinc.



E.2.2. Cobre

Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	80.9323	80.5661	0.1341	81.0353	0.0106
10	83.9140	86.4154	6.2573	87.3511	11.8137
20	84.9615	86.8709	3.6461	88.7313	14.2114
30	83.8752	86.8733	8.9889	89.6475	33.3195
60	89.6619	86.8733	7.7758	92.3251	7.0927
60	91.1411	86.8733	18.2134	92.3251	1.4019
120	98.4951	86.8733	-	97.4039	1.1908
120	102.3723	86.8733	-	97.4039	24.6853
300	110.0057	86.8733	-	110.6490	0.4139
600	120.0627	86.8733	-	127.3315	22.8346
1440	152.0005	86.8733	-	152.0176	0.0003
		suma (dif ²)	45.0156	suma (dif ²)	94.1401
				R ²	0.9745
				ARE	0.0264

Q ₁ [mg/kg]	86.8733	Q ₂ [mg/kg]	79.6929
k ₁ [min ⁻¹]	0.5246	k ₂ [min ⁻¹]	0.0012

Tabla E.6. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cobre.

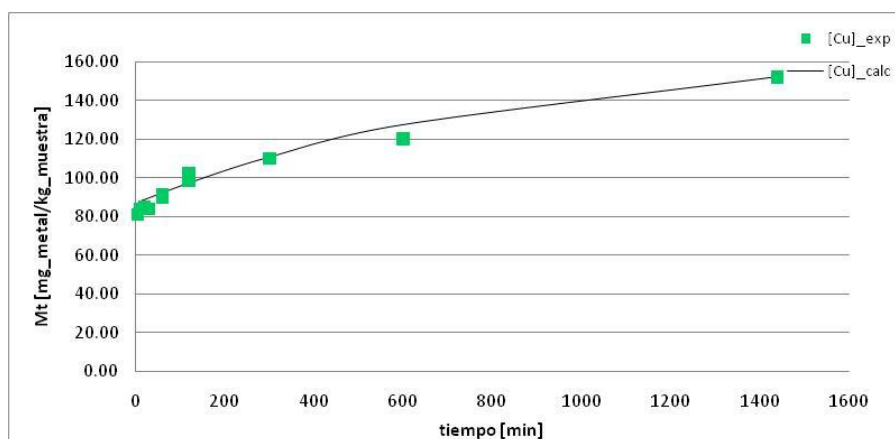


Figura E.6. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cobre.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	188.3592	187.6883	0.4501	188.7627	0.1628
10	192.7270	198.4927	33.2433	200.6335	62.5132
20	189.8866	199.1504	85.8189	203.4005	182.6272
30	191.6510	199.1526	56.2736	205.4809	191.2663
60	209.6335	199.1526	109.8484	211.5337	3.6108
60	210.5514	199.1526	129.9324	211.5337	0.9649
120	229.6031	199.1526	-	222.8599	45.4710
300	251.4654	199.1526	-	251.3705	0.0090
600	286.0220	199.1526	-	284.8247	1.4336
1440	325.8568	199.1526	-	327.3254	2.1569
1440	328.2529	199.1526	-	327.3254	0.8602
		suma (dif ²)	415.5667	suma (dif ²)	491.0759
				R ²	0.9882
				ARE	0.0220

Q ₁ [mg/kg]	199.1526	Q ₂ [mg/kg]	145.3184
k ₁ [min ⁻¹]	0.5710	k ₂ [min ⁻¹]	0.0015

Tabla E.7. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cobre.

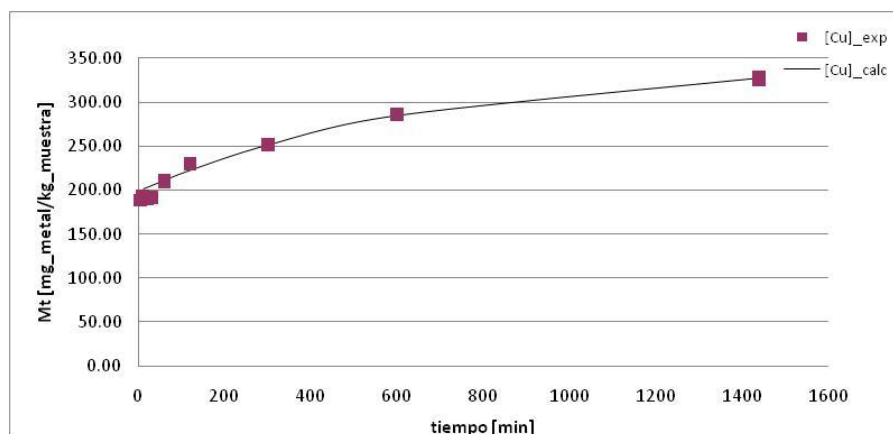


Figura E.7. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cobre.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	154.9939	155.0778	0.0070	155.9799	0.9722
10	160.8451	161.2626	0.1744	163.0592	4.9023
10	162.7429	161.2626	2.1911	163.0592	0.1001
20	157.8709	161.5192	13.3100	165.0814	51.9920
30	157.6448	161.5196	15.0140	166.8172	84.1336
60	168.0622	161.5196	42.8061	171.8466	14.3218
120	184.9623	161.5196	-	181.1544	14.5005
120	187.2812	161.5196	-	181.1544	37.5374
300	206.1541	161.5196	-	203.9194	4.9938
600	225.0880	161.5196	-	229.1375	16.3983
1440	258.5805	161.5196	-	257.5103	1.1455
		suma (dif ²)	73.5027	suma (dif ²)	230.9973
				R ²	0.9822
				ARE	0.0213

Q ₁ [mg/kg]	161.5196	Q ₂ [mg/kg]	104.6310
k ₁ [min ⁻¹]	0.6444	k ₂ [min ⁻¹]	0.0017

Tabla E.8. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cobre.

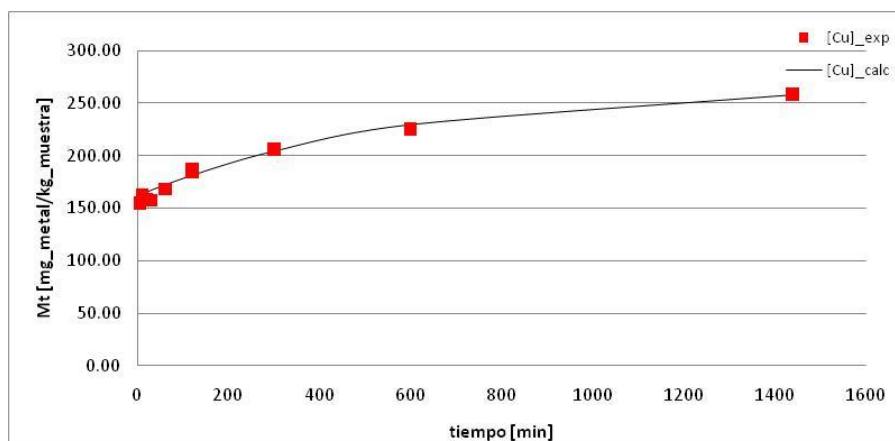


Figura E.8. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cobre.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	193.1180	194.4766	1.8457	195.3069	4.7914
5	196.0231	194.4766	2.3919	195.3069	0.5129
10	190.3518	197.1593	46.3410	198.8114	71.5637
20	193.1088	197.1968	16.7119	200.4668	54.1403
20	194.2497	197.1968	8.6852	200.4668	38.6518
30	196.5945	197.1968	0.3627	202.0511	29.7749
60	211.4551	197.1968	203.2986	206.6100	23.4744
120	224.1054	197.1968	-	214.9122	84.5149
300	231.2876	197.1968	-	234.3882	9.6137
300	234.1675	197.1968	-	234.3882	0.0487
600	253.5606	197.1968	-	254.2357	0.4557
1440	273.5581	197.1968	-	273.0344	0.2742
		suma (dif ²)	279.6370	suma (dif ²)	317.8167
				R ²	0.9652
				ARE	0.0200

Q ₁ [mg/kg]	197.1968	Q ₂ [mg/kg]	79.7515
k ₁ [min ⁻¹]	0.8567	k ₂ [min ⁻¹]	0.0021

Tabla E.9. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cobre.

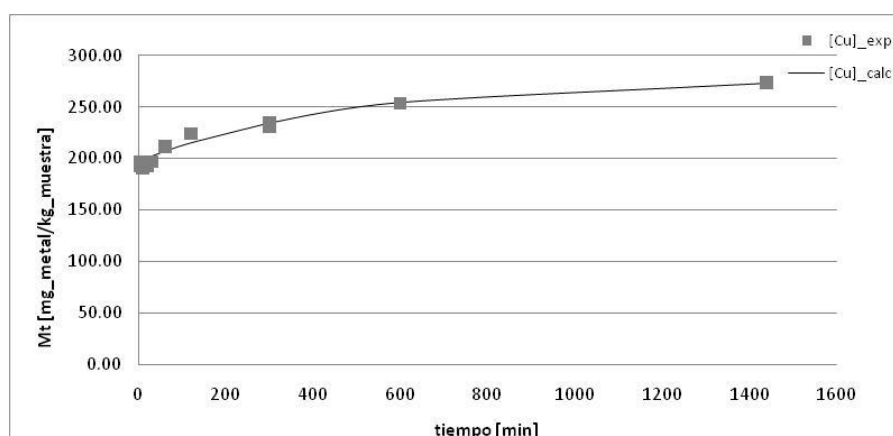


Figura E.9. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cobre.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cu]_exp [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cu]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	5.8754	5.7003	0.0307	5.7120	0.0267
10	5.6681	5.7003	0.0010	5.7237	0.0031
20	5.5386	5.7003	0.0262	5.7469	0.0434
30	5.7049	5.7003	0.0000	5.7700	0.0042
60	5.7148	5.7003	0.0002	5.8383	0.0152
120	6.1229	5.7003	-	5.9713	0.0230
300	6.1830	5.7003	-	6.3423	0.0254
300	6.3140	5.7003	-	6.3423	0.0008
600	7.0102	5.7003	-	6.8769	0.0178
1440	7.9237	5.7003	-	7.9440	0.0004
		suma (dif ²)	0.0581	suma (dif ²)	0.1600
				R ²	0.9692
				ARE	0.0185

Q ₁ [mg/kg]	5.7003	Q ₂ [mg/kg]	3.8374
k ₁ [min ⁻¹]	3.8134	k ₂ [min ⁻¹]	0.0006

Tabla E.10. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cobre.

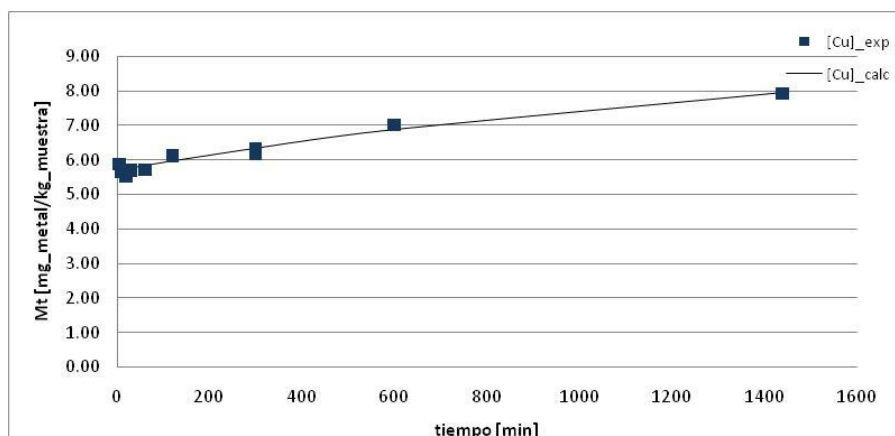


Figura E.10. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cobre.



E.2.3. Aluminio

Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Al]_exp [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	362.6843	353.7777	79.3274	360.7008	3.9341
10	390.1501	414.5521	595.4599	428.3602	1460.0124
20	402.6258	426.7859	583.7106	454.2501	2665.0691
30	390.6616	427.1469	1331.1793	468.1170	5999.3443
60	462.6021	427.1579	1256.2915	507.7607	2039.2971
60	468.6425	427.1579	1720.9742	507.7607	1530.2299
120	601.0892	427.1579	-	583.1869	320.4894
120	621.4577	427.1579	-	583.1869	1464.6527
300	803.0061	427.1579	-	781.6258	457.1178
600	1029.5944	427.1579	-	1035.9805	40.7821
1440	1426.5021	427.1579	-	1427.0572	0.3081
		suma (dif ²)	5566.9428	suma (dif ²)	15981.2371
				R ²	0.9897
				ARE	0.0729

Q ₁ [mg/kg]	427.1579	Q ₂ [mg/kg]	1255.0548
k ₁ [min ⁻¹]	0.3523	k ₂ [min ⁻¹]	0.0011

Tabla E.11. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el aluminio.

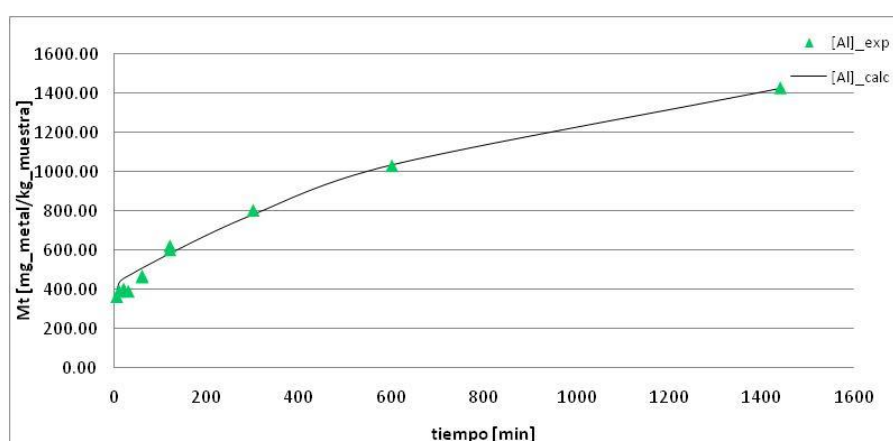


Figura E.11. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el aluminio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Al]_exp [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	1077.6471	993.6482	7055.8060	1017.1370	3661.4702
10	1189.2989	1297.2239	11647.8202	1344.0410	23945.1191
20	1279.8205	1418.3070	19178.5084	1511.3035	53584.3818
30	1287.8836	1429.6089	20086.0735	1568.1561	78552.6495
60	1588.6486	1430.7715	24925.1591	1702.2822	12912.6059
60	1591.3034	1430.7715	25770.4895	1702.2822	12316.2918
120	2043.7190	1430.7715	-	1952.3498	8348.3325
300	2646.0485	1430.7715	-	2590.1706	3122.3335
600	3394.6221	1430.7715	-	3358.5666	1300.0036
1440	4377.7013	1430.7715	-	4391.3288	185.7071
1440	4386.4432	1430.7715	-	4391.3288	23.8687
		suma (dif ²)	108663.8566	suma (dif ²)	197952.7638
				R ²	0.9916
				ARE	0.0733

Q ₁ [mg/kg]	1430.7725	Q ₂ [mg/kg]	3437.8400
k ₁ [min ⁻¹]	0.2372	k ₂ [min ⁻¹]	0.0014

Tabla E.12. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el aluminio.

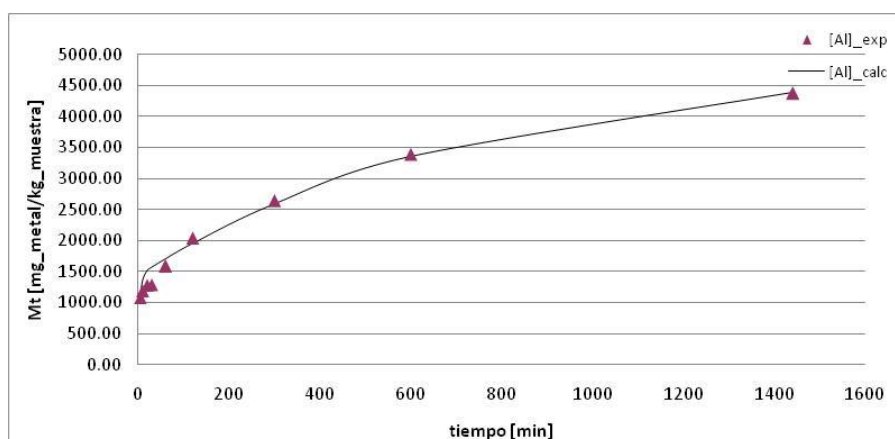


Figura E.12. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el aluminio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Al]_exp [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	219.2153	218.4836	0.5354	223.3287	16.9198
10	248.0472	249.5277	2.1919	259.1819	123.9815
10	248.8628	249.5277	0.4421	259.1819	106.4836
20	244.5327	254.5655	100.6569	273.7310	852.5388
30	234.3598	254.6672	412.3921	283.2032	2385.6834
60	286.4798	254.6693	1011.9099	310.4931	576.6348
120	371.1798	254.6693	-	361.5397	92.9313
120	377.7398	254.6693	-	361.5397	262.4428
300	499.5379	254.6693	-	489.9331	92.2510
600	636.7422	254.6693	-	640.3499	13.0158
1440.	830.5995	254.6693	-	830.7953	0.0383
		suma (dif ²)	1528.1283	suma (dif ²)	4522.9211
				R ²	0.9918
				ARE	0.0555

Q ₁ [mg/kg]	254.6693	Q ₂ [mg/kg]	652.3393
k ₁ [min ⁻¹]	0.3903	k ₂ [min ⁻¹]	0.0015

Tabla E.13. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el aluminio.

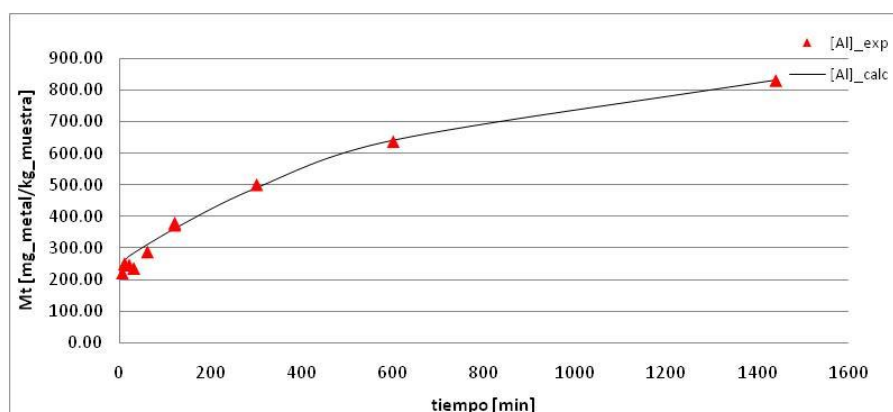


Figura E.13. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el aluminio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Al]_exp [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	776.2928	760.4666	250.4715	781.2660	24.7318
5	788.8091	760.4666	803.2979	781.2660	56.8985
10	836.6430	926.9741	8159.6964	968.3845	17355.8180
20	915.3023	971.4142	3148.5396	1053.4885	19095.3997
20	920.9686	971.4142	2544.7617	1053.4885	17561.5204
30	927.5586	973.5447	2114.7263	1095.5496	28220.9931
60	1177.4486	973.6520	41533.0682	1211.1808	1137.8592
120	1552.5156	973.6520	-	1424.1444	16479.1565
300	1949.9133	973.6520	-	1939.7631	103.0263
300	1966.2268	973.6520	-	1939.7631	700.3265
600	2469.1769	973.6520	-	2499.4861	918.6497
1440	3107.5163	973.6520	-	3103.1919	18.7010
		suma (dif ²)	58554.5616	suma (dif ²)	101673.0807
				R ²	0.9885
				ARE	0.0661

Q ₁ [mg/kg]	973.6520	Q ₂ [mg/kg]	2296.7467
k ₁ [min ⁻¹]	0.3038	k ₂ [min ⁻¹]	0.0018

Tabla E.14. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el aluminio.

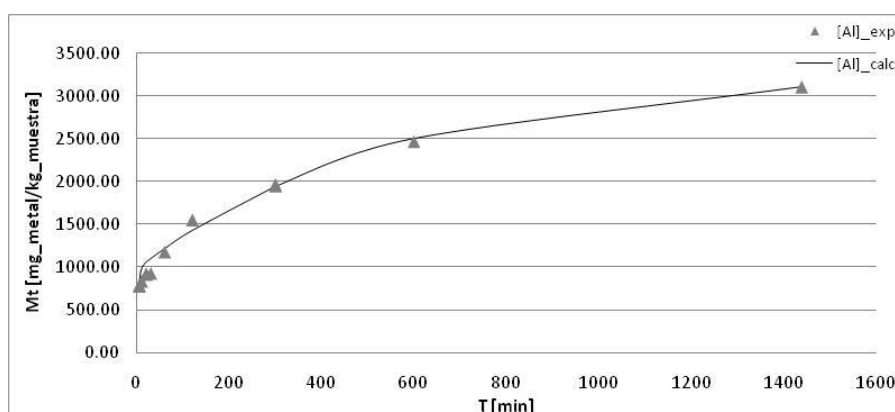


Figura E.14. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el aluminio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Al]_exp [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Al]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	54.4198	53.1838	1.5279	53.3913	1.0579
10	60.4428	63.3344	8.3617	63.7474	10.9208
20	60.7889	65.6416	23.5488	66.4592	32.1533
30	67.4967	65.7256	3.1368	66.9398	0.3101
60	70.5903	65.7288	23.6340	68.0854	6.2744
120	71.3604	65.7288	-	70.1714	1.4138
300	74.4375	65.7288	-	75.0993	0.4379
300	74.7254	65.7288	-	75.0993	0.1398
600	80.4429	65.7288	-	80.1916	0.0631
		suma (dif ²)	60.2092	suma (dif ²)	52.7710
				R ²	0.9088
				ARE	0.0875

Q ₁ [mg/kg]	65.7288	Q ₂ [mg/kg]	20.5245
k ₁ [min ⁻¹]	0.3312	k ₂ [min ⁻¹]	0.0020

Tabla E.15. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el aluminio.

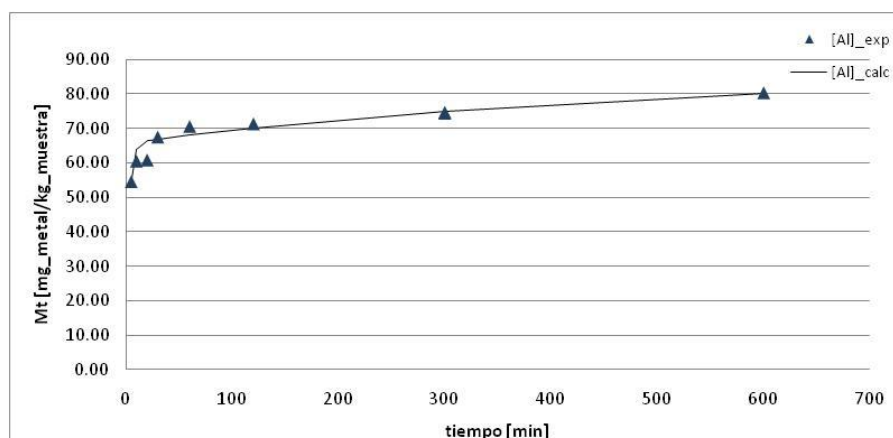


Figura E.15. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el aluminio.



E.2.4. Hierro

Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Fe]_exp [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	620.5944	621.5105	0.8392	631.3013	114.6370
10	655.3685	639.8373	241.2163	659.3997	16.2506
20	641.6107	640.3937	1.4812	679.4415	1431.1682
30	572.2499	640.3942	4643.6436	698.8509	16027.8167
60	665.7212	640.3942	641.4558	756.6213	8262.8288
60	667.3668	640.3942	727.5200	756.6213	7966.3663
120	888.3235	640.3942	-	870.1350	330.8231
120	914.1961	640.3942	-	870.1350	1941.3827
300	1233.2202	640.3942	-	1195.0221	1459.1007
600	1688.9271	640.3942	-	1687.8631	1.1323
1440	2791.5634	640.3942	-	2794.8168	10.5848
		suma (dif ²)	6256.1561	suma (dif ²)	37562.0911
				R ²	0.9937
				ARE	0.0675

Q ₁ [mg/kg]	640.3942	Q ₂ [mg/kg]	4978.5980
k ₁ [min ⁻¹]	0.7048	k ₂ [min ⁻¹]	0.0004

Tabla E.16. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el hierro.

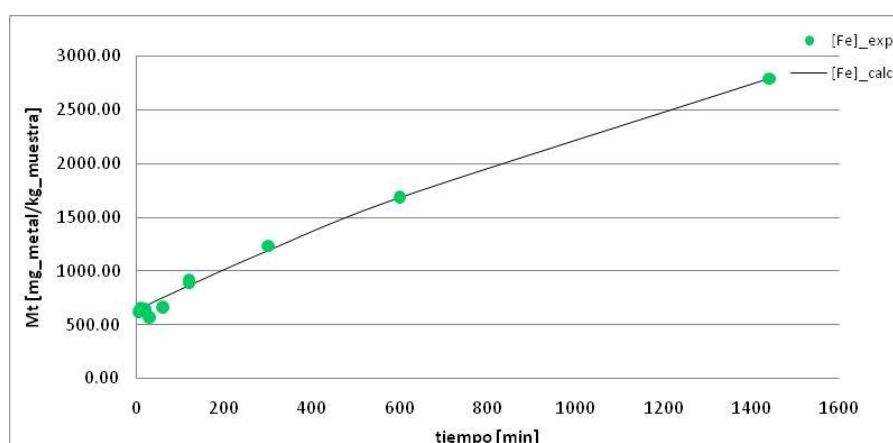


Figura E.16. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el hierro.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Fe]_exp [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	516.5872	510.9816	31.4231	522.3755	33.5041
10	539.1971	565.1217	672.0851	587.8691	2368.9702
20	548.9056	571.4657	508.9580	616.7999	4609.6288
30	512.7254	571.5370	3458.8015	639.2982	16020.6676
60	619.0393	571.5378	2256.3970	705.6335	7498.5566
60	626.0269	571.5378	2969.0616	705.6335	6337.2201
120	852.3403	571.5378	-	834.1422	331.1710
300	1211.3268	571.5378	-	1188.4256	524.4632
600	1718.9519	571.5378	-	1687.0730	1016.2623
1440	2606.5596	571.5378	-	2631.0323	598.9132
1440	2645.9934	571.5378	-	2631.0323	223.8338
		suma (dif ²)	9896.7263	suma (dif ²)	39563.1910
				R ²	0.9968
				ARE	0.0739

Q ₁ [mg/kg]	571.5378	Q ₂ [mg/kg]	3218.4468
k ₁ [min ⁻¹]	0.4490	k ₂ [min ⁻¹]	0.0007

Tabla E.17. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el hierro.

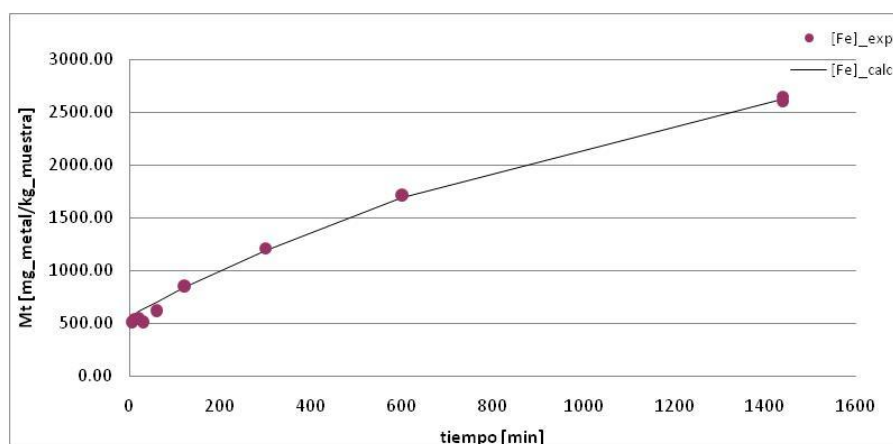


Figura E.17. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el hierro.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Fe]_exp [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	270.1421	272.9470	7.8672	278.7225	73.6231
10	305.4572	279.3182	683.2485	290.8507	213.3524
10	313.2696	279.3182	1152.6985	290.8507	502.6105
20	268.5957	279.4704	118.2593	302.4610	1146.8613
30	228.2318	279.4705	2625.3984	313.8456	7329.7069
60	284.2662	279.4705	22.9986	347.5610	4006.2352
120	415.9815	279.4705	-	413.0635	8.5149
120	422.5697	279.4705	-	413.0635	90.3685
300	584.8453	279.4705	-	595.0075	103.2707
600	882.0004	279.4705	-	854.9666	730.8264
1440	1358.1698	279.4705	-	1364.0865	35.0071
		suma (dif ²)	4610.4706	suma (dif ²)	14240.3770
				R ²	0.9900
				ARE	0.0870

Q ₁ [mg/kg]	279.4705	Q ₂ [mg/kg]	1791.4202
k ₁ [min ⁻¹]	0.7515	k ₂ [min ⁻¹]	0.0006

Tabla E.18. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el hierro.

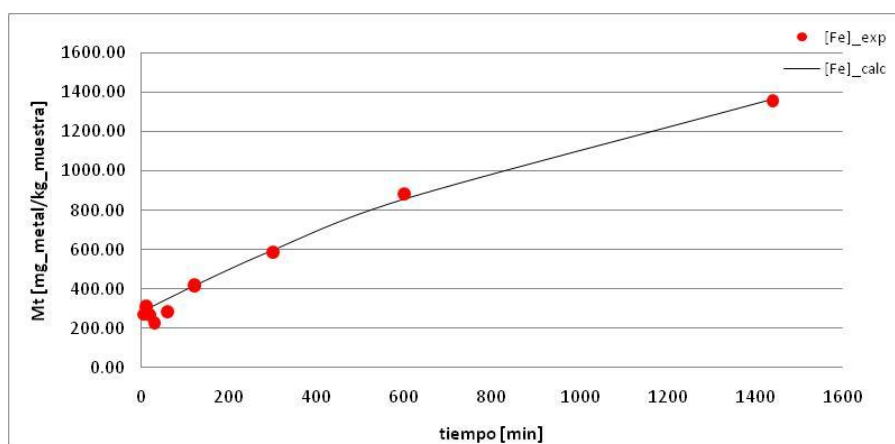


Figura E.18. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el hierro.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Fe]_exp [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	953.6171	955.1618	2.3863	994.9664	1709.7680
5	971.4311	955.1618	264.6888	994.9664	553.9111
10	1008.2112	1068.9347	3687.3418	1148.3177	19629.8376
20	1062.2004	1084.1008	479.6294	1241.9676	32316.2431
20	1070.5952	1084.1008	182.4023	1241.9676	29368.4948
30	951.2152	1084.3160	17715.8288	1319.7773	135838.0540
60	1299.7128	1084.3191	46394.4500	1547.3295	61314.0178
120	2048.7735	1084.3191	-	1979.7454	4764.8806
300	3092.5069	1084.3191	-	3112.9833	419.2836
300	3115.5457	1084.3191	-	3112.9833	6.5661
600	4688.4160	1084.3191	-	4554.3182	17982.2240
1440	6694.1006	1084.3191	-	6733.1067	1521.4790
		suma (dif ²)	68726.7274	suma (dif ²)	305424.7597
				R ²	0.9955
				ARE	0.0991

Q ₁ [mg/kg]	1084.3191	Q ₂ [mg/kg]	7007.1052
k ₁ [min ⁻¹]	0.4255	k ₂ [min ⁻¹]	0.0011

Tabla E.19. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el hierro.

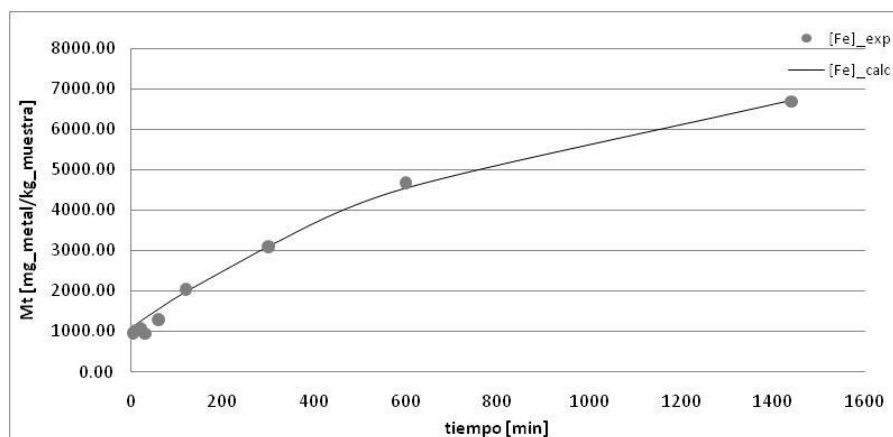


Figura E.19. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el hierro.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Fe]_exp [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Fe]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	280.9059	278.1831	7.4135	279.2080	2.8828
10	298.3431	309.8394	132.1655	311.8854	183.3940
20	295.7007	313.8517	329.4598	317.9285	494.0743
30	321.6583	313.9037	60.1344	319.9961	2.7629
60	333.2327	313.9044	373.5850	325.9545	52.9722
120	342.9071	313.9044	-	337.4775	29.4804
300	368.8691	313.9044	-	369.1091	0.0576
300	372.9807	313.9044	-	369.1091	14.9890
600	408.6569	313.9044	-	413.2500	21.0970
1440	496.0093	313.9044	-	495.2115	0.6364
		suma (dif ²)	902.7582	suma (dif ²)	802.3466
				R ²	0.9799
				ARE	0.0193

Q ₁ [mg/kg]	313.9044	Q ₂ [mg/kg]	275.4512
k ₁ [min ⁻¹]	0.4347	k ₂ [min ⁻¹]	0.0007

Tabla E.20. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el hierro.

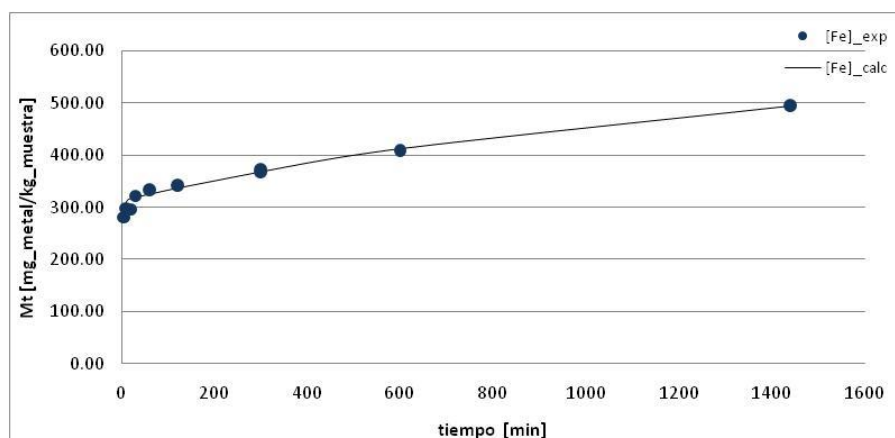


Figura E.20. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el hierro.



E.2.5. Cadmio

Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cd]_exp [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.5444	0.5443	0.0000	0.5454	0.0000
10	0.5812	0.5816	0.0000	0.5838	0.0000
20	0.5747	0.5844	0.0001	0.5887	0.0002
30	0.5690	0.5844	0.0002	0.5908	0.0005
60	0.5927	0.5844	0.0001	0.5969	0.0000
60	0.6015	0.5844	0.0003	0.5969	0.0000
120	0.6027	0.5844	-	0.6083	0.0000
120	0.6162	0.5844	-	0.6083	0.0001
300	0.6466	0.5844	-	0.6367	0.0001
600	0.6640	0.5844	-	0.6694	0.0000
1440	0.7099	0.5844	-	0.7091	0.0000
suma (dif ²)			0.0007	suma (dif ²)	0.0009
				R ²	0.9647
				ARE	0.0122

Q ₁ [mg/kg]	0.5844	Q ₂ [mg/kg]	0.1392
k ₁ [min ⁻¹]	0.5359	k ₂ [min ⁻¹]	0.0016

Tabla E.21. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cadmio.

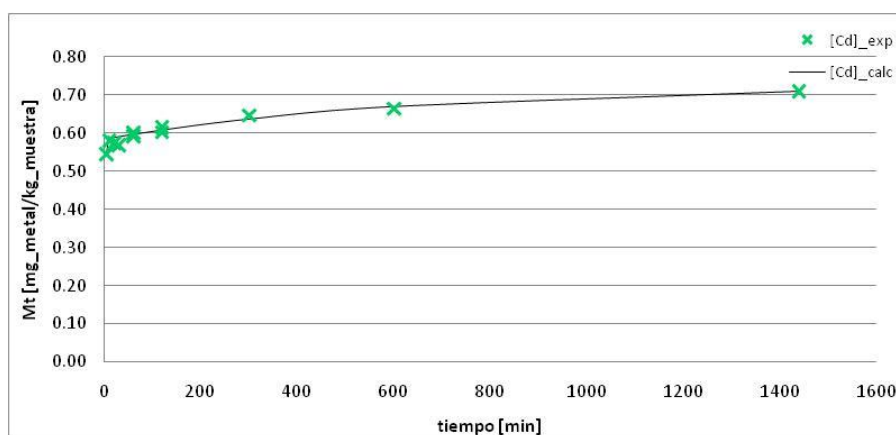


Figura E.21. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cadmio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cd]_exp [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.1829	0.1830	0.0000	0.1832	0.0000
10	0.1892	0.1870	0.0000	0.1873	0.0000
20	0.1951	0.1871	0.0001	0.1876	0.0001
30	0.1762	0.1871	0.0001	0.1878	0.0001
60	0.1880	0.1871	0.0000	0.1885	0.0000
120	0.1838	0.1871	-	0.1898	0.0000
300	0.1960	0.1871	-	0.1938	0.0000
600	0.2009	0.1871	-	0.2001	0.0000
1440	0.2097	0.1871	-	0.2161	0.0000
1440	0.2224	0.1871	-	0.2161	0.0000
suma (dif ²)			0.0002	suma (dif ²)	0.0003
				R ²	0.8172
				ARE	0.0225

Q ₁ [mg/kg]	0.1871	Q ₂ [mg/kg]	0.1238
k ₁ [min ⁻¹]	0.7651	k ₂ [min ⁻¹]	0.0002

Tabla E.22. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cadmio.

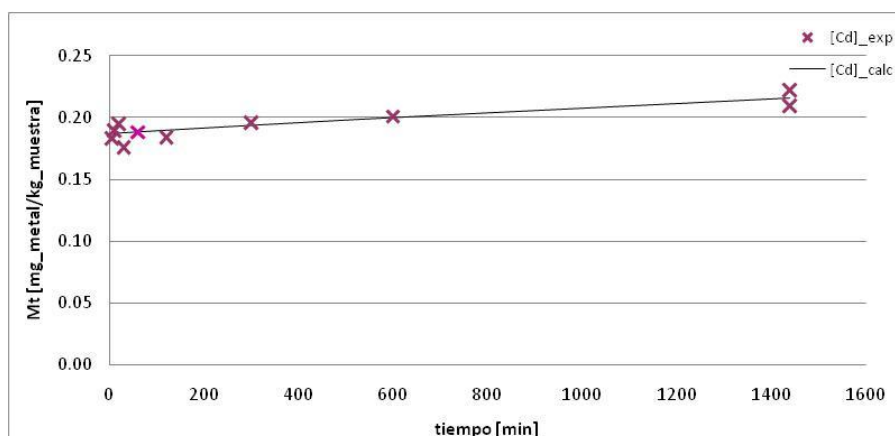


Figura E.22. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cadmio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cd]_exp [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.4952	0.4954	0.0000	0.4968	0.0000
10	0.5103	0.5072	0.0000	0.5101	0.0000
20	0.5163	0.5075	0.0001	0.5132	0.0000
30	0.4881	0.5075	0.0004	0.5160	0.0008
60	0.5153	0.5075	0.0001	0.5240	0.0001
120	0.5238	0.5075	-	0.5389	0.0002
120	0.5391	0.5075	-	0.5389	0.0000
300	0.5770	0.5075	-	0.5752	0.0000
600	0.6292	0.5075	-	0.6152	0.0002
1440	0.6547	0.5075	-	0.6600	0.0000
		suma (dif ²)	0.0005	suma (dif ²)	0.0013
				R ²	0.9637
				ARE	0.0147

Q ₁ [mg/kg]	0.5075	Q ₂ [mg/kg]	0.1658
k ₁ [min ⁻¹]	0.7458	k ₂ [min ⁻¹]	0.0017

Tabla E.23. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cadmio.

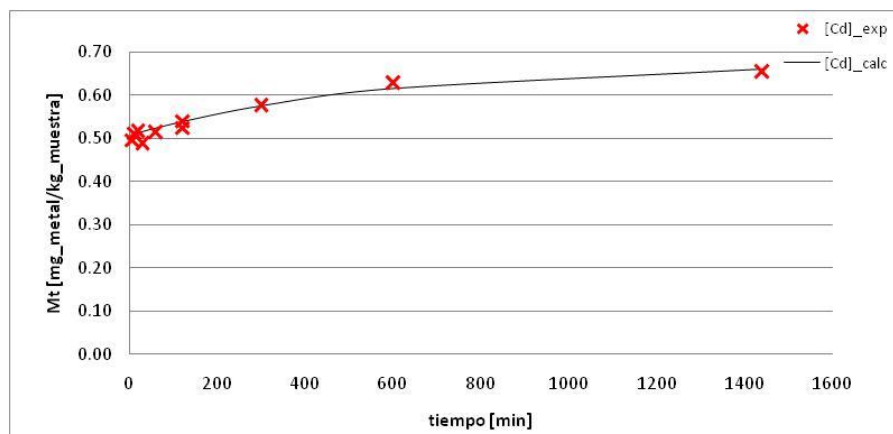


Figura E.23. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cadmio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cd]_exp [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	6.4793	6.5113	0.0010	6.5213	0.0018
5	6.5437	6.5113	0.0010	6.5213	0.0005
10	6.4777	6.5322	0.0030	6.5521	0.0055
20	6.4784	6.5323	0.0029	6.5717	0.0087
20	6.5002	6.5323	0.0010	6.5717	0.0051
30	6.4843	6.5323	0.0023	6.5911	0.0114
60	6.7205	6.5323	0.0354	6.6476	0.0053
120	6.8978	6.5323	-	6.7543	0.0206
300	6.9946	6.5323	-	7.0287	0.0012
300	6.9989	6.5323	-	7.0287	0.0009
600	7.3675	6.5323	-	7.3650	0.0000
1440	7.8370	6.5323	-	7.8341	0.0000
		suma (dif ²)	0.0467	suma (dif ²)	0.0610
				R ²	0.9715
				ARE	0.0087

Q ₁ [mg/kg]	6.5323	Q ₂ [mg/kg]	1.5393
k ₁ [min ⁻¹]	1.1481	k ₂ [min ⁻¹]	0.0013

Tabla E.24. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cadmio.

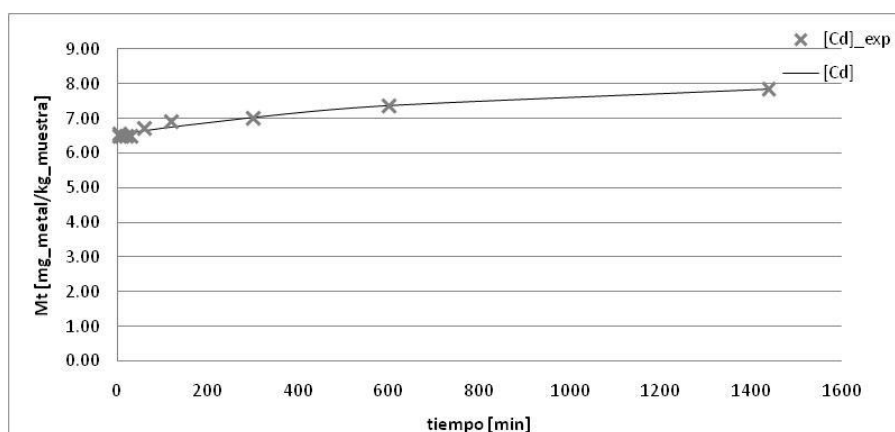


Figura E.24. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cadmio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cd]_exp [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cd]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.5983	0.5988	0.0000	0.6001	0.0000
10	0.6246	0.6166	0.0001	0.6192	0.0000
20	0.6120	0.6171	0.0000	0.6224	0.0001
30	0.6060	0.6171	0.0001	0.6250	0.0004
60	0.6258	0.6171	0.0001	0.6326	0.0000
120	0.6435	0.6171	-	0.6470	0.0000
300	0.6876	0.6171	-	0.6839	0.0000
300	0.6941	0.6171	-	0.6839	0.0001
600	0.7238	0.6171	-	0.7291	0.0000
1440	0.7926	0.6171	-	0.7921	0.0000
		suma (dif ²)	0.0003	suma (dif ²)	0.0007
				R ²	0.9835
				ARE	0.0104

Q ₁ [mg/kg]	0.6171	Q ₂ [mg/kg]	0.2068
k ₁ [min ⁻¹]	0.7034	k ₂ [min ⁻¹]	0.0013

Tabla E.25. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cadmio.

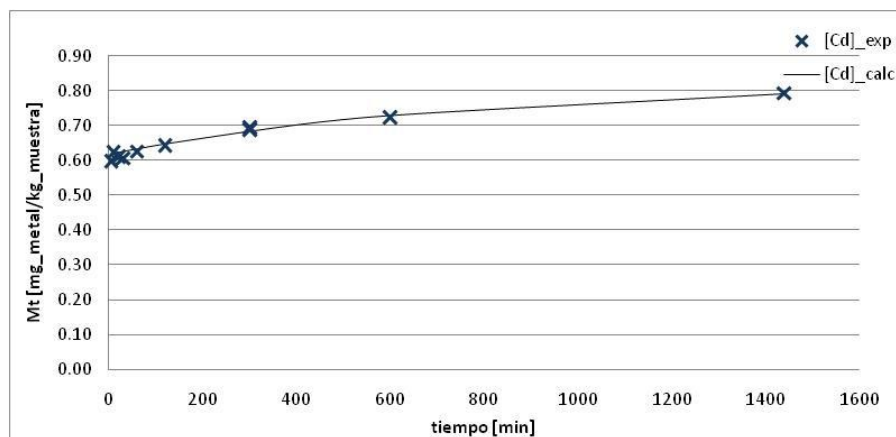


Figura E.25. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cadmio.



E.2.6. Mercurio

Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Hg]_exp [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.0122	0.0101	0.00000	0.0102	0.0000
10	0.0122	0.0146	0.00001	0.0148	0.0000
30	0.0180	0.0181	0.00000	0.0188	0.0000
60	0.0190	0.0182	0.00000	0.0196	0.0000
120	0.0186	0.0182	-	0.0208	0.0000
120	0.0191	0.0182	-	0.0208	0.0000
300	0.0266	0.0182	-	0.0238	0.0000
1440	0.0304	0.0182	-	0.0307	0.0000
		suma (dif ²)	0.00001	suma (dif ²)	0.0000
				R ²	0.9084
				ARE	0.0964

Q ₁ [mg/kg]	0.0182	Q ₂ [mg/kg]	0.0135
k ₁ [min ⁻¹]	0.1617	k ₂ [min ⁻¹]	0.0018

Tabla E.26. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el mercurio.

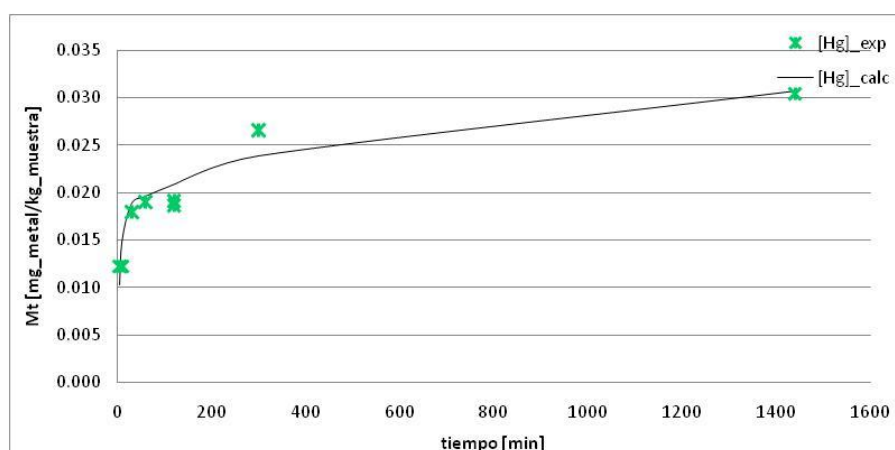


Figura E.26. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el mercurio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Hg]_exp [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.0030	0.0027	0.0000	0.0027	0.0000
10	0.0028	0.0039	0.0000	0.0039	0.0000
20	0.0059	0.0046	0.0000	0.0048	0.0000
30	0.0057	0.0048	0.0000	0.0050	0.0000
60	0.0033	0.0048	0.0000	0.0053	0.0000
60	0.0048	0.0048	0.0000	0.0053	0.0000
120	0.0051	0.0048	-	0.0057	0.0000
300	0.0088	0.0048	-	0.0071	0.0000
600	0.0084	0.0048	-	0.0091	0.0000
1440	0.0133	0.0048	-	0.0141	0.0000
1440	0.0150	0.0048	-	0.0141	0.0000
suma (dif ²)			0.0000	suma (dif ²)	0.0000
				R ²	0.9255
				ARE	0.1833

Q ₁ [mg/kg]	0.0048	Q ₂ [mg/kg]	0.0296
k ₁ [min ⁻¹]	0.1598	k ₂ [min ⁻¹]	0.0003

Tabla E.27. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el mercurio.

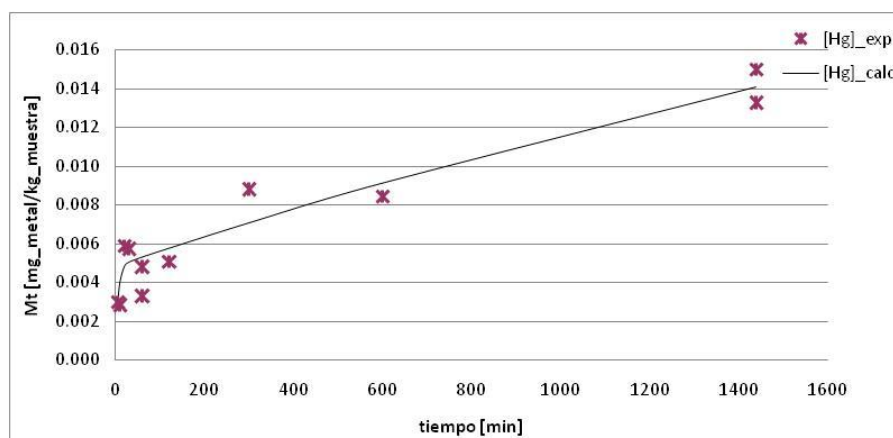


Figura E.27. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el mercurio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Hg]_exp [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.0470	0.0483	0.00000	0.0488	0.0000
10	0.0612	0.0607	0.00000	0.0619	0.0000
10	0.0641	0.0607	0.00001	0.0619	0.0000
30	0.0668	0.0650	0.00000	0.0684	0.0000
60	0.0697	0.0650	0.00002	0.0715	0.0000
120	0.0749	0.0650	-	0.0772	0.0000
120	0.0730	0.0650	-	0.0772	0.0000
300	0.0951	0.0650	-	0.0902	0.0000
1440	0.1135	0.0650	-	0.1141	0.0000
		suma (dif ²)	0.00004	suma (dif ²)	0.0001
				R ²	0.9816
				ARE	0.0311

Q ₁ [mg/kg]	0.0650	Q ₂ [mg/kg]	0.0511
k ₁ [min ⁻¹]	0.2710	k ₂ [min ⁻¹]	0.0023

Tabla E.28. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el mercurio.

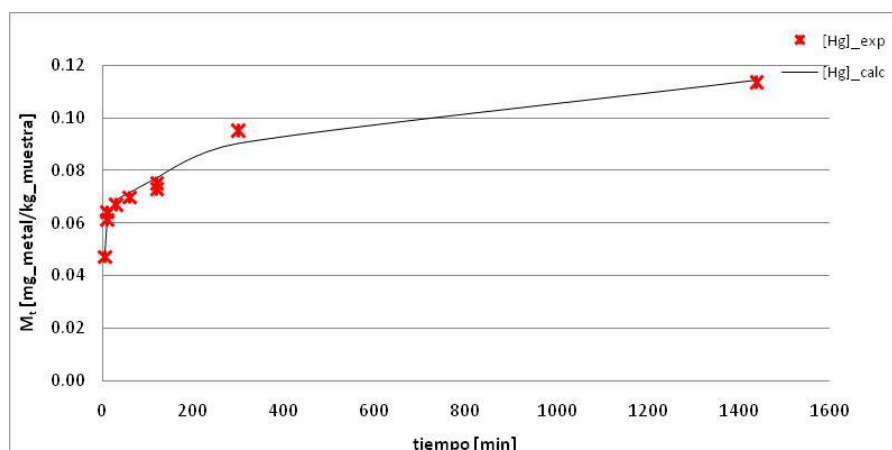


Figura E.28. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el mercurio.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Hg]_exp [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Hg]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.0020	0.0025	0.00000	0.0025	0.00000
5	0.0022	0.0025	0.00000	0.0025	0.00000
10	0.0030	0.0037	0.00000	0.0038	0.00000
20	0.0054	0.0047	0.00000	0.0049	0.00000
20	0.0062	0.0047	0.00000	0.0049	0.00000
30	0.0063	0.0050	0.00000	0.0053	0.00000
60	0.0028	0.0051	0.00001	0.0057	0.00001
120	0.0053	0.0051	-	0.0062	0.00000
300	0.0093	0.0051	-	0.0076	0.00000
600	0.0091	0.0051	-	0.0096	0.00000
1440	0.0133	0.0051	-	0.0133	0.00000
		suma (dif ²)	0.00001	suma (dif ²)	0.00002
				R ²	0.8738
				ARE	0.2317

Q ₁ [mg/kg]	0.0051	Q ₂ [mg/kg]	0.0120
k ₁ [min ⁻¹]	0.1321	k ₂ [min ⁻¹]	0.0008

Tabla E.29. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el mercurio.

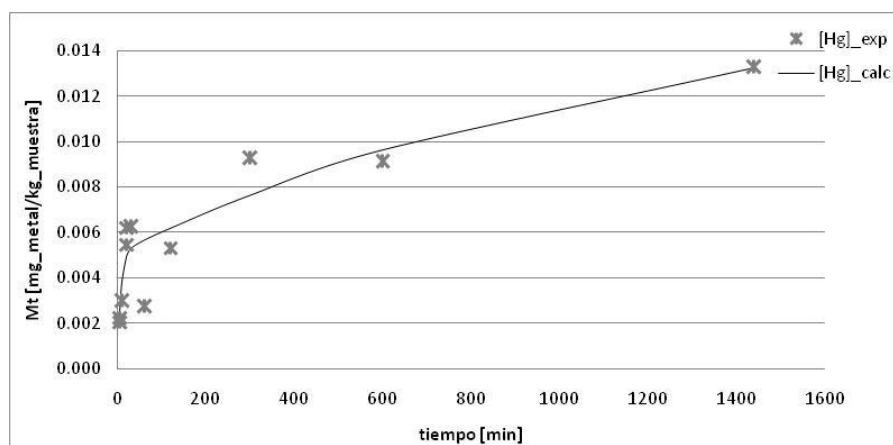


Figura E.29. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el mercurio.



E.2.7. Plomo

Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Pb]_exp [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	2.9613	2.9544	0.0000	2.9716	0.0001
10	3.1249	3.1717	0.0022	3.2061	0.0066
20	3.1593	3.1888	0.0009	3.2572	0.0096
30	3.0770	3.1889	0.0125	3.2909	0.0457
60	3.2017	3.1889	0.0002	3.3892	0.0351
60	3.3576	3.1889	0.0284	3.3892	0.0010
120	3.5298	3.1889	-	3.5754	0.0021
120	3.5678	3.1889	-	3.5754	0.0001
300	4.4116	3.1889	-	4.0586	0.1247
600	4.4775	3.1889	-	4.6615	0.0338
1440	5.5611	3.1889	-	5.5356	0.0006
		suma (dif ²)	0.0442	suma (dif ²)	0.2595
				R ²	0.9653
				ARE	0.0308

Q ₁ [mg/kg]	3.1889	Q ₂ [mg/kg]	2.8354
k ₁ [min ⁻¹]	0.5220	k ₂ [min ⁻¹]	0.0012

Tabla E.30. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el plomo.

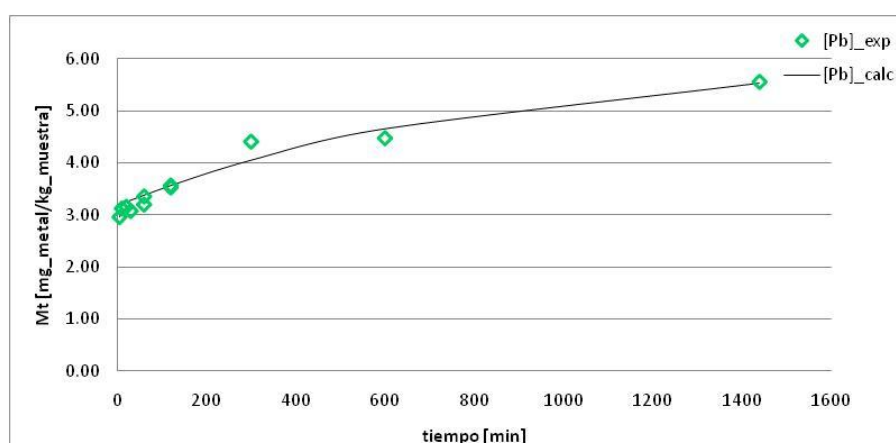


Figura E.30. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el plomo.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Pb]_exp [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	2.3709	2.3496	0.0005	2.3608	0.0001
10	2.3778	2.5226	0.0210	2.5449	0.0279
20	2.5535	2.5362	0.0003	2.5806	0.0007
30	2.4262	2.5363	0.0121	2.6026	0.0311
60	2.5971	2.5363	0.0037	2.6674	0.0049
60	2.6927	2.5363	0.0245	2.6674	0.0006
120	2.8022	2.5363	-	2.7924	0.0001
300	3.2531	2.5363	-	3.1333	0.0144
600	3.5424	2.5363	-	3.6032	0.0037
1440	4.1594	2.5363	-	4.4520	0.0856
1440	4.7514	2.5363	-	4.4520	0.0897
		suma (dif ²)	0.0620	suma (dif ²)	0.2589
				R ²	0.9617
				ARE	0.0350

Q ₁ [mg/kg]	2.5363	Q ₂ [mg/kg]	2.8052
k ₁ [min ⁻¹]	0.5218	k ₂ [min ⁻¹]	0.0008

Tabla E.31. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el plomo.

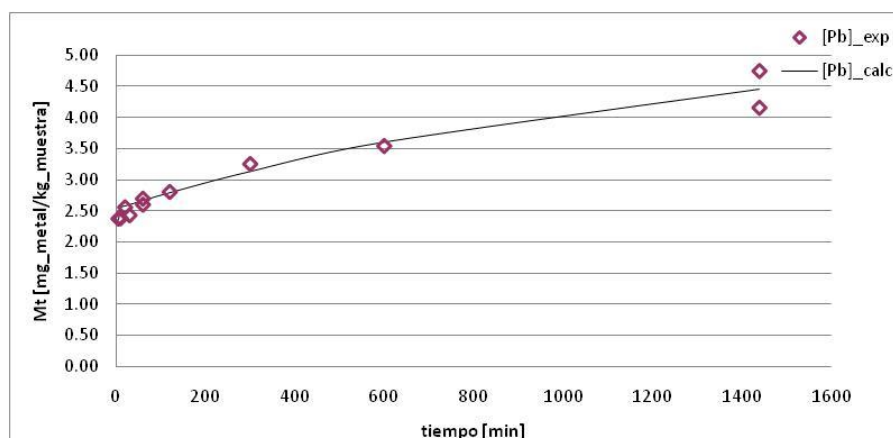


Figura E.31. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el plomo.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Pb]_exp [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	47.5842	47.6839	0.0099	48.1155	0.2823
10	50.0965	48.6595	2.0651	49.5184	0.3343
10	49.6605	48.6595	1.0021	49.5184	0.0202
20	47.3926	48.6798	1.6570	50.3808	8.9296
30	45.6499	48.6798	9.1802	51.2064	30.8745
60	50.6576	48.6798	3.9116	53.5875	8.5840
120	59.5316	48.6798	-	57.9459	2.5145
120	59.7808	48.6798	-	57.9459	3.3670
300	69.6780	48.6798	-	68.3068	1.8803
600	78.0535	48.6798	-	79.1493	1.2008
1440	90.1821	48.6798	-	89.9918	0.0362
		suma (dif ²)	17.8260	suma (dif ²)	58.0236
				R ²	0.9767
				ARE	0.0328

Q ₁ [mg/kg]	48.6798	Q ₂ [mg/kg]	43.8526
k ₁ [min ⁻¹]	0.7779	k ₂ [min ⁻¹]	0.0020

Tabla E.32. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el plomo.

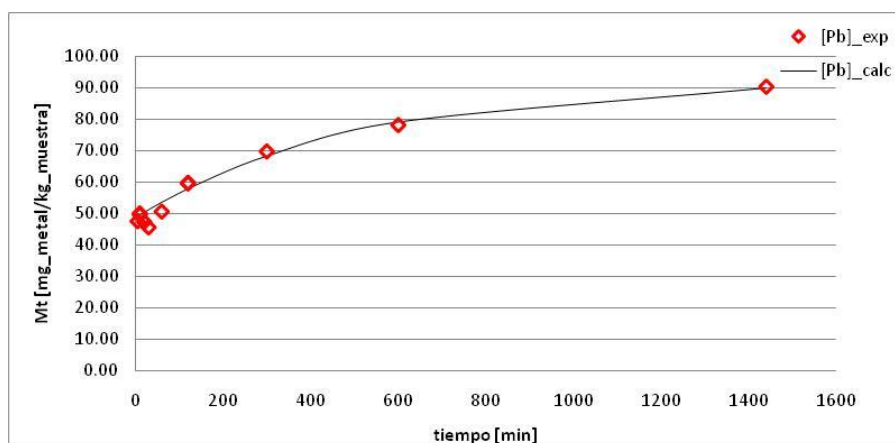


Figura E.32. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el plomo.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Pb]_exp [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Pb]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	8.5502	8.6088	0.0034	8.7076	0.0248
5	9.0269	8.6088	0.1748	8.7076	0.1019
10	8.7814	8.6088	0.0298	8.8055	0.0006
20	8.3701	8.6088	0.0570	8.9987	0.3951
20	8.3925	8.6088	0.0468	8.9987	0.3675
30	8.1461	8.6088	0.2141	9.1883	1.0863
60	8.9947	8.6088	0.1489	9.7372	0.5513
120	11.1226	8.6088	-	10.7496	0.1391
300	13.1790	8.6088	-	13.2039	0.0006
300	13.6138	8.6088	-	13.2039	0.1680
600	15.8477	8.6088	-	15.8749	0.0007
1440	18.7262	8.6088	-	18.7713	0.0020
		suma (dif ²)	0.6748	suma (dif ²)	2.8380
				R ²	0.9841
				ARE	0.0403

Q ₁ [mg/kg]	8.6088	Q ₂ [mg/kg]	10.9742
k ₁ [min ⁻¹]	3.3088	k ₂ [min ⁻¹]	0.0018

Tabla E.33. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el plomo.

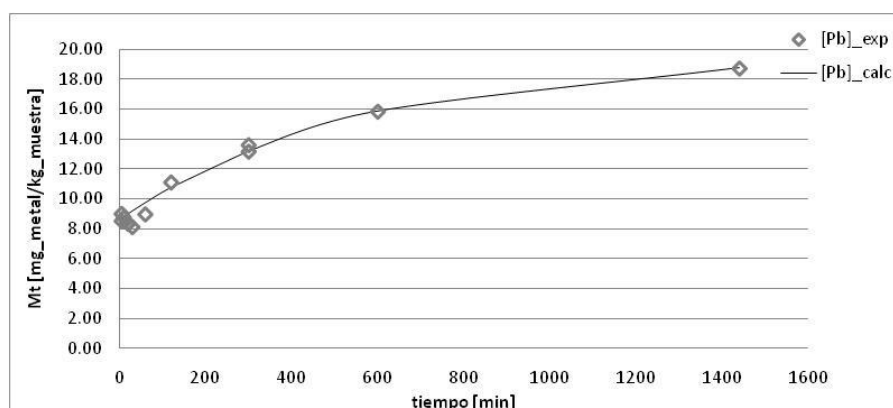


Figura E.33. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el plomo.



E.2.8. Cromo

Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cr]_exp [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.0029	0.0134	0.0001	0.0135	0.0001
20	0.0473	0.0328	0.0002	0.0333	0.0002
30	0.0286	0.0376	0.0001	0.0383	0.0001
120	0.0517	0.0413	-	0.0440	0.0001
120	0.0731	0.0413	-	0.0440	0.0008
1440	0.1430	0.0413	-	0.0664	0.0059
		suma (dif ²)	0.0004	suma (dif ²)	0.0004
				R ²	0.8757
				ARE	0.8950

Q ₁ [mg/kg]	0.0417	Q ₂ [mg/kg]	0.0532
k ₁ [min ⁻¹]	0.0773	k ₂ [min ⁻¹]	0.0004

Tabla E.34. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cromo.

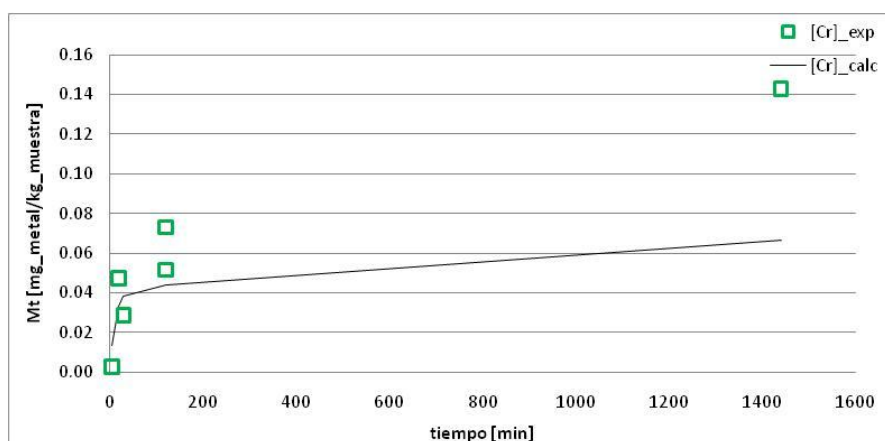


Figura E.34. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cromo.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cr]_exp [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.0383	0.0282	0.0001	0.0303	0.0001
20	0.0254	0.0730	0.0023	0.0814	0.0031
30	0.1437	0.0856	0.0034	0.0981	0.0021
60	0.0809	0.0970	0.0003	0.1215	0.0016
60	0.0948	0.0970	0.0000	0.1215	0.0007
120	0.1737	0.0970	-	0.1438	0.0009
600	0.2671	0.0970	-	0.2644	0.0000
1440	0.3232	0.0970	-	0.3450	0.0005
1440	0.3655	0.0970	-	0.3450	0.0004
suma (dif ²)			0.0060	suma (dif ²)	0.0094
				R ²	0.9257
				ARE	0.4248

Q ₁ [mg/kg]	0.0988	Q ₂ [mg/kg]	0.2787
k ₁ [min ⁻¹]	0.0672	k ₂ [min ⁻¹]	0.0015

Tabla E.35. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cromo.

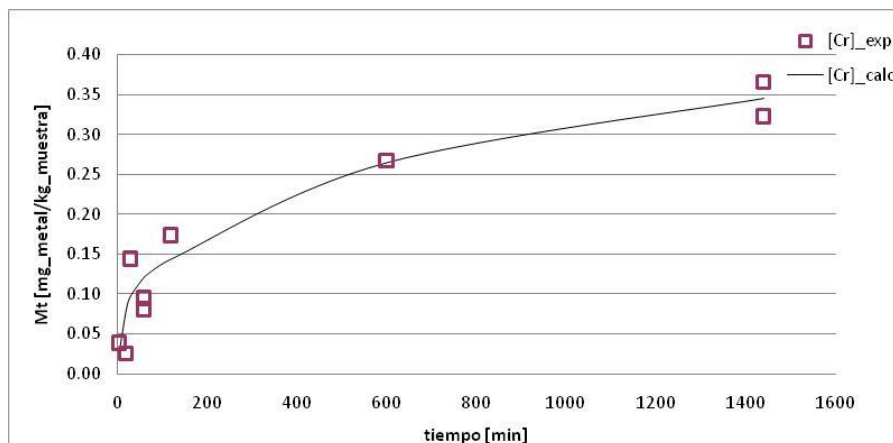


Figura E.35. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cromo.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cr]_exp [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
10	0.0577	0.0381	0.0004	0.0391	0.0003
20	0.0680	0.0639	0.0000	0.0660	0.0000
30	0.0581	0.0815	0.0005	0.0846	0.0007
60	0.1155	0.1071	0.0001	0.1133	0.0000
120	0.0541	0.1071	-	0.1196	0.0043
120	0.0763	0.1071	-	0.1196	0.0019
600	0.1663	0.1071	-	0.1691	0.0000
1440	0.2655	0.1071	-	0.2547	0.0001
		suma (dif ²)	0.0010	suma (dif ²)	0.0073
				R ²	0.8466
				ARE	0.3326

Q ₁ [mg/kg]	0.1188	Q ₂ [mg/kg]	4.9712
k ₁ [min ⁻¹]	0.0387	k ₂ [min ⁻¹]	0.0000

Tabla E.36. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cromo.

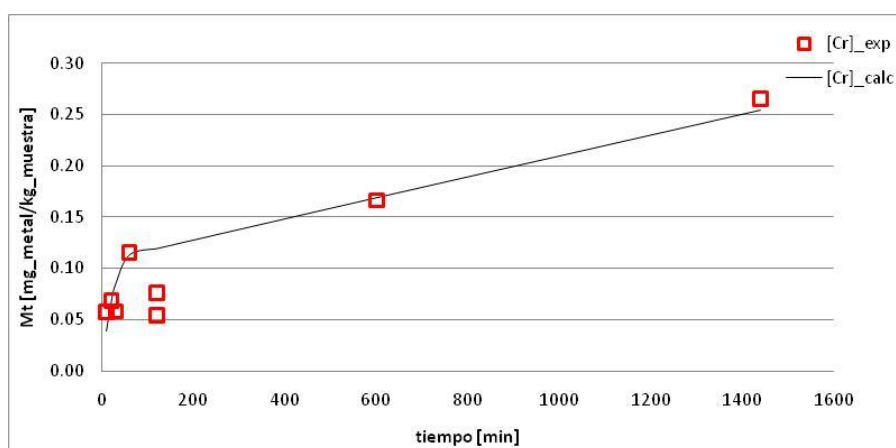


Figura E.36. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cromo.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Cr]_exp [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Cr]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.2397	0.2833	0.0019	0.2854	0.0021
5	0.3268	0.2833	0.0019	0.2854	0.0017
10	0.3190	0.2836	0.0013	0.2876	0.0010
20	0.2330	0.2836	0.0026	0.2917	0.0034
20	0.2872	0.2836	0.0000	0.2917	0.0000
30	0.2840	0.2836	0.0000	0.2956	0.0001
60	0.2948	0.2836	0.0001	0.3073	0.0002
300	0.3705	0.2836	-	0.3874	0.0003
300	0.4206	0.2836	-	0.3874	0.0011
600	0.4562	0.2836	-	0.4612	0.0000
1440	0.5729	0.2836	-	0.5729	0.0000
suma (dif ²)			0.0077	suma (dif ²)	0.0100
				R ²	0.9083
				ARE	0.0820

Q ₁ [mg/kg]	0.2836	Q ₂ [mg/kg]	0.3591
k ₁ [min ⁻¹]	1.3921	k ₂ [min ⁻¹]	0.0011

Tabla E.37. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el cromo.

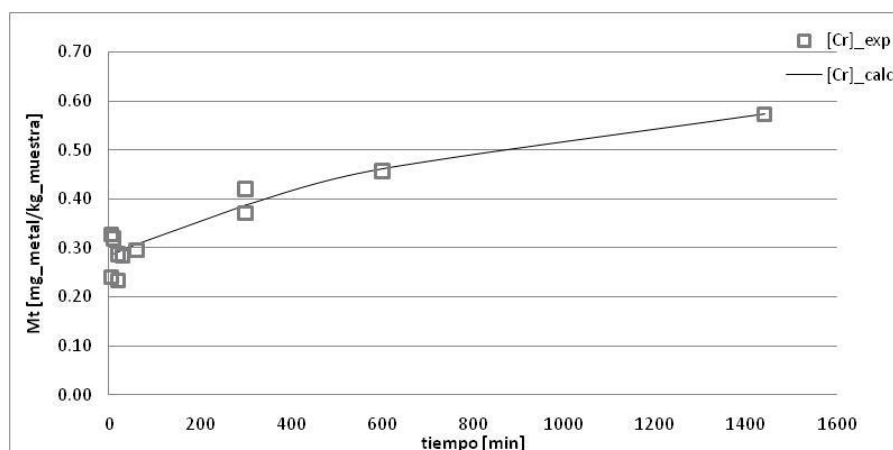


Figura E.37. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el cromo.



E.2.9. Arsénico

Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[As]_exp [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.2516	0.2438	0.0001	0.2463	0.0000
10	0.2685	0.2881	0.0004	0.2931	0.0006
20	0.2725	0.2976	0.0006	0.3075	0.0012
30	0.3053	0.2979	0.0001	0.3126	0.0001
60	0.3125	0.2979	0.0002	0.3262	0.0002
60	0.3138	0.2979	0.0002	0.3262	0.0002
120	0.3400	0.2979	-	0.3509	0.0001
120	0.3434	0.2979	-	0.3509	0.0001
300	0.4324	0.2979	-	0.4074	0.0006
600	0.4666	0.2979	-	0.4624	0.0000
1440	0.5042	0.2979	-	0.5098	0.0000
		suma (dif ²)	0.0016	suma (dif ²)	0.0031
				R ²	0.9700
				ARE	0.0471

Q ₁ [mg/kg]	0.2979	Q ₂ [mg/kg]	0.2199
k ₁ [min ⁻¹]	0.3411	k ₂ [min ⁻¹]	0.0023

Tabla E.38. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el arsénico.

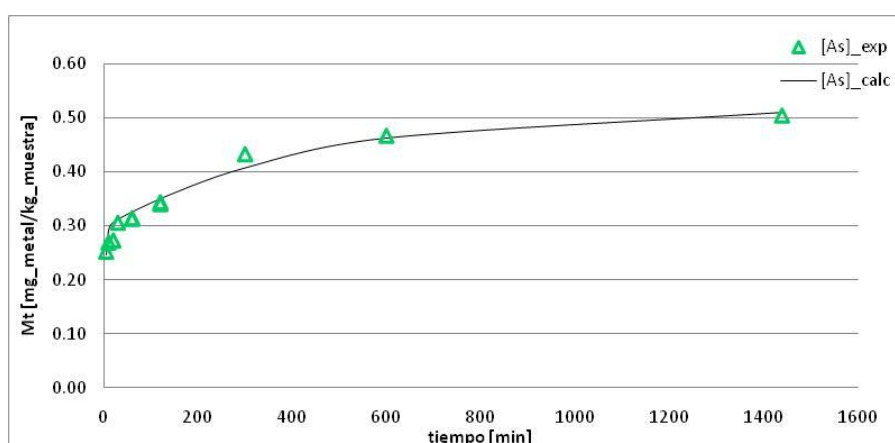


Figura E.38. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el arsénico.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[As]_exp [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.5401	0.5158	0.0006	0.5286	0.0001
10	0.6461	0.6764	0.0009	0.7019	0.0031
20	0.6988	0.7420	0.0019	0.7928	0.0088
30	0.7345	0.7484	0.0002	0.8243	0.0081
60	0.7762	0.7490	0.0007	0.8995	0.0152
60	0.7892	0.7490	0.0016	0.8995	0.0122
120	0.9804	0.7490	-	1.0441	0.0041
300	1.4936	0.7490	-	1.4457	0.0023
600	2.0743	0.7490	-	2.0189	0.0031
1440	3.0883	0.7490	-	3.1385	0.0025
1440	3.1740	0.7490	-	3.1385	0.0013
		suma (dif ²)	0.0059	suma (dif ²)	0.0607
				R ²	0.9965
				ARE	0.0740

Q ₁ [mg/kg]	0.7490	Q ₂ [mg/kg]	3.9292
k ₁ [min ⁻¹]	0.2333	k ₂ [min ⁻¹]	0.0007

Tabla E.39. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el arsénico.

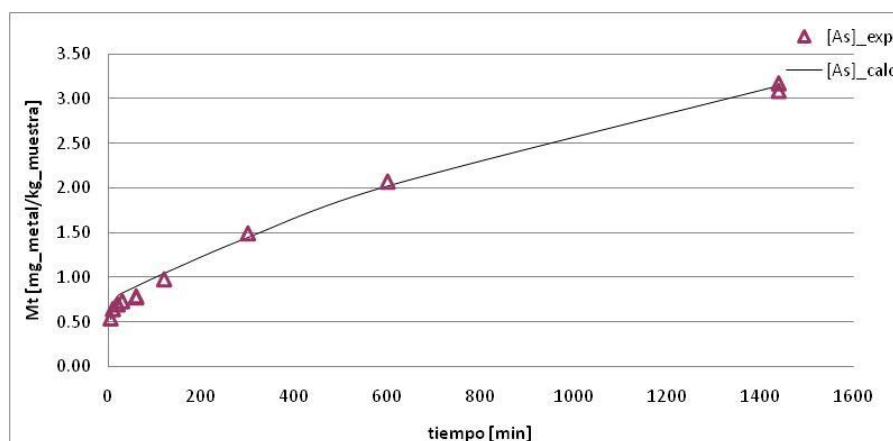


Figura E.39. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el arsénico.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[As]_exp [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	2.0492	1.9877	0.0038	1.9976	0.0027
10	2.1993	2.3305	0.0172	2.3503	0.0228
10	2.2876	2.3305	0.0018	2.3503	0.0039
20	2.3272	2.3998	0.0053	2.4393	0.0126
30	2.4517	2.4019	0.0025	2.4608	0.0001
60	2.5428	2.4019	0.0198	2.5180	0.0006
120	2.5707	2.4019	-	2.6269	0.0032
120	2.5729	2.4019	-	2.6269	0.0029
300	2.9227	2.4019	-	2.9149	0.0001
600	3.3440	2.4019	-	3.2882	0.0031
1440	3.8607	2.4019	-	3.8762	0.0002
suma (dif ²)			0.0504	suma (dif ²)	0.0522
				R ²	0.9860
				ARE	0.0226

Q ₁ [mg/kg]	2.4019	Q ₂ [mg/kg]	1.8838
k ₁ [min ⁻¹]	0.3515	k ₂ [min ⁻¹]	0.0011

Tabla E.40. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el arsénico.

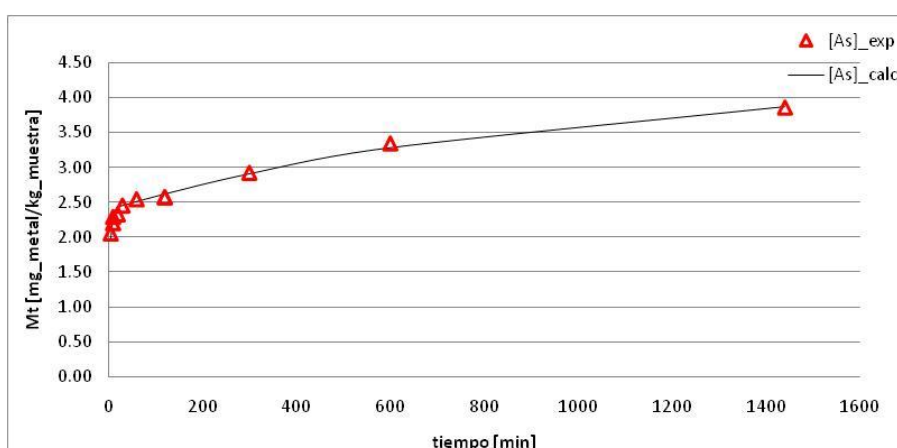


Figura E.40. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el arsénico.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[As]_exp [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[As]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.9973	0.9865	0.0001	1.0114	0.0002
5	1.0190	0.9865	0.0011	1.0114	0.0001
10	1.1403	1.2201	0.0064	1.2697	0.0167
20	1.2129	1.2884	0.0057	1.3873	0.0304
20	1.2598	1.2884	0.0008	1.3873	0.0163
30	1.2936	1.2923	0.0000	1.4400	0.0214
60	1.4373	1.2925	0.0210	1.5842	0.0216
120	1.7830	1.2925	-	1.8612	0.0061
300	2.6167	1.2925	-	2.6115	0.0000
300	2.6536	1.2925	-	2.6115	0.0018
600	3.7052	1.2925	-	3.6308	0.0055
1440	5.3910	1.2925	-	5.4132	0.0005
		suma (dif ²)	0.0350	suma (dif ²)	0.1206
				R ²	0.9970
				ARE	0.0568

Q ₁ [mg/kg]	1.2925	Q ₂ [mg/kg]	5.8060
k ₁ [min ⁻¹]	0.2882	k ₂ [min ⁻¹]	0.0009

Tabla E.41. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el arsénico.

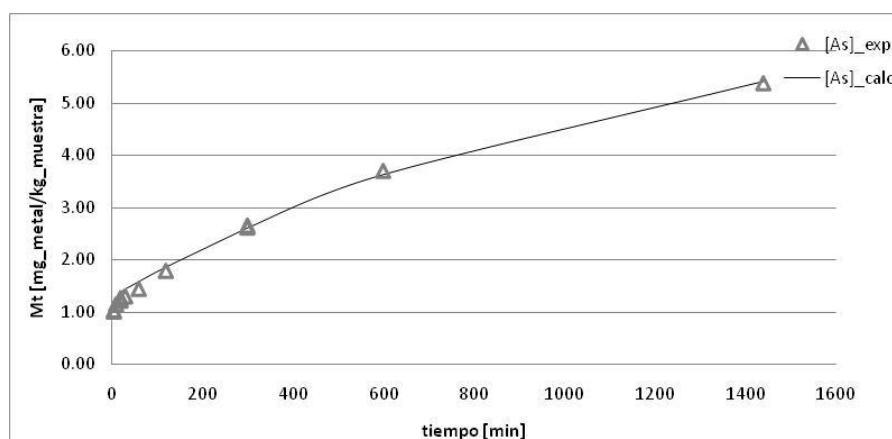


Figura E.41. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el arsénico.



E.2.10. Níquel

Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Ni]_exp [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.6214	0.4968	0.0155	0.5019	0.0143
10	0.4852	0.4968	0.0001	0.5069	0.0005
20	0.4521	0.4968	0.0020	0.5170	0.0042
30	0.4481	0.4968	0.0024	0.5271	0.0062
60	0.4736	0.4968	0.0005	0.5573	0.0070
60	0.5005	0.4968	0.0000	0.5573	0.0032
120	0.5560	0.4968	-	0.6175	0.0038
120	0.5936	0.4968	-	0.6175	0.0006
300	0.7807	0.4968	-	0.7960	0.0002
600	1.0732	0.4968	-	1.0870	0.0002
1440	1.8841	0.4968	-	1.8609	0.0005
		suma (dif ²)	0.0206	suma (dif ²)	0.0408
				R ²	0.9831
				ARE	0.0948

Q ₁ [mg/kg]	0.4968	Q ₂ [mg/kg]	11.0833
k ₁ [min ⁻¹]	3.8055	k ₂ [min ⁻¹]	0.0001

Tabla E.42. MUESTRA M1: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el níquel.

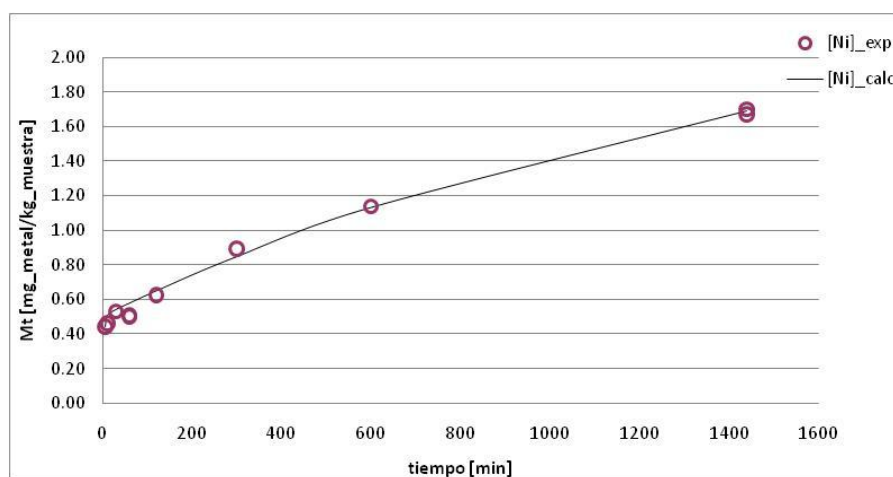


Figura E.42. MUESTRA M1: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el níquel.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Ni]_exp [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.4444	0.4351	0.0001	0.4414	0.0000
10	0.4617	0.4952	0.0011	0.5077	0.0021
30	0.5308	0.5048	0.0007	0.5421	0.0001
60	0.5011	0.5048	0.0000	0.5787	0.0060
60	0.5075	0.5048	0.0000	0.5787	0.0051
120	0.6260	0.5048	-	0.6498	0.0006
300	0.8948	0.5048	-	0.8476	0.0022
600	1.1372	0.5048	-	1.1307	0.0000
1440	1.6716	0.5048	-	1.6877	0.0003
1440	1.6996	0.5048	-	1.6877	0.0001
		suma (dif ²)	0.0019	suma (dif ²)	0.0166
				R ²	0.9917
				ARE	0.0536

Q ₁ [mg/kg]	0.5048	Q ₂ [mg/kg]	1.9699
k ₁ [min ⁻¹]	0.3960	k ₂ [min ⁻¹]	0.0006

Tabla E.43. MUESTRA M2: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el níquel.

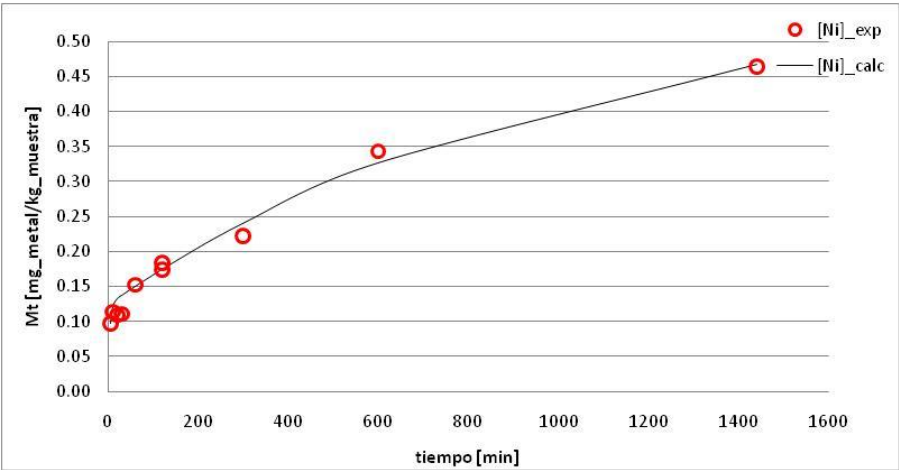


Figura E.43. MUESTRA M2: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el níquel.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Ni]_exp [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.0969	0.0946	0.0000	0.0969	0.0000
10	0.1141	0.1171	0.0000	0.1215	0.0001
20	0.1094	0.1237	0.0002	0.1325	0.0005
30	0.1110	0.1240	0.0002	0.1373	0.0007
60	0.1524	0.1241	0.0008	0.1502	0.0000
120	0.1741	0.1241	-	0.1748	0.0000
120	0.1836	0.1241	-	0.1748	0.0001
300	0.2225	0.1241	-	0.2404	0.0003
600	0.3431	0.1241	-	0.3267	0.0003
1440	0.4640	0.1241	-	0.4673	0.0000
		suma (dif ²)	0.0012	suma (dif ²)	0.0020
				R ²	0.9878
				ARE	0.0715

Q ₁ [mg/kg]	0.1241	Q ₂ [mg/kg]	0.4508
k ₁ [min ⁻¹]	0.2877	k ₂ [min ⁻¹]	0.0010

Tabla E.44. MUESTRA M3: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el níquel.

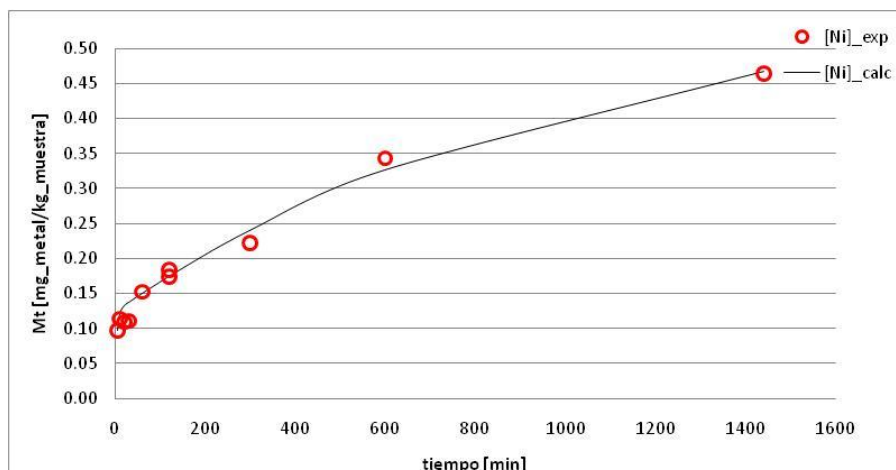


Figura E.44. MUESTRA M3: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el níquel.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Ni]_exp [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	1.0968	1.1687	0.0052	1.1792	0.0068
5	1.2498	1.1687	0.0066	1.1792	0.0050
10	1.1800	1.2485	0.0047	1.2696	0.0080
20	1.2721	1.2544	0.0003	1.2962	0.0006
20	1.2962	1.2544	0.0018	1.2962	0.0000
30	1.2326	1.2544	0.0005	1.3167	0.0071
60	1.2762	1.2544	0.0005	1.3766	0.0101
120	1.4820	1.2544	-	1.4895	0.0001
300	1.8156	1.2544	-	1.7791	0.0013
300	1.8202	1.2544	-	1.7791	0.0017
600	2.1126	1.2544	-	2.1320	0.0004
1440	2.6172	1.2544	-	2.6182	0.0000
		suma (dif ²)	0.0195	suma (dif ²)	0.0410
				R ²	0.9863
				ARE	0.0359

Q ₁ [mg/kg]	1.2544	Q ₂ [mg/kg]	1.6026
k ₁ [min ⁻¹]	0.5366	k ₂ [min ⁻¹]	0.0013

Tabla E.45. MUESTRA M4: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el níquel.

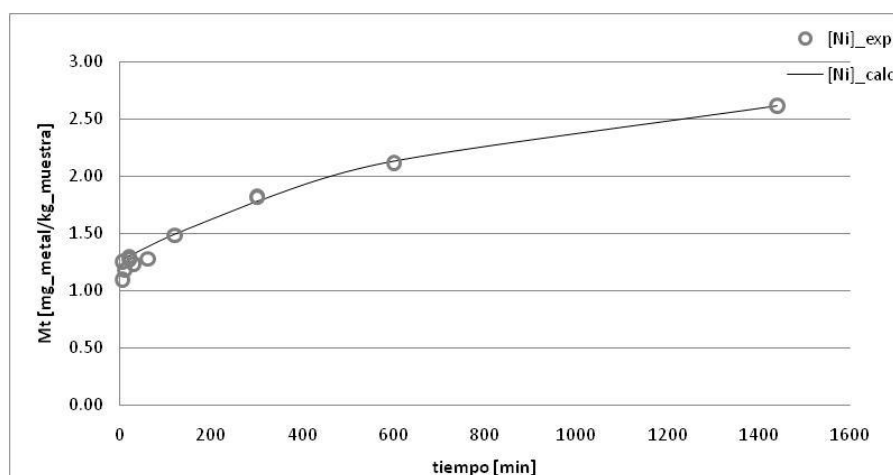


Figura E.45. MUESTRA M4: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el níquel.



Datos experimentales		Two first-order - 1 HORA		Two first-order - 24 HORAS	
t. agitación [min]	[Ni]_exp [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]	[Ni]_calc [mg/kg]	dif ² [mg/kg]
5	0.2646	0.2350	0.0009	0.2359	0.0008
10	0.2445	0.2350	0.0001	0.2367	0.0001
20	0.2304	0.2350	0.0000	0.2384	0.0001
30	0.2266	0.2350	0.0001	0.2401	0.0002
60	0.2092	0.2350	0.0007	0.2451	0.0013
120	0.2288	0.2350	-	0.2552	0.0007
300	0.2766	0.2350	-	0.2854	0.0001
300	0.2793	0.2350	-	0.2854	0.0000
600	0.3204	0.2350	-	0.3352	0.0002
1440	0.4887	0.2350	-	0.4722	0.0003
		suma (dif ²)	0.0017	suma (dif ²)	0.0037
				R ²	0.9482
				ARE	0.0655

Q ₁ [mg/kg]	0.2350	Q ₂ [mg/kg]	5.2679
k ₁ [min ⁻¹]	2.3825	k ₂ [min ⁻¹]	0.0000

Tabla E.46. MUESTRA M5: Datos experimentales, constantes y valores obtenidos a partir del modelo two first-order reactions, coeficiente R^2 y ARE (Average Relative Error) para el níquel.

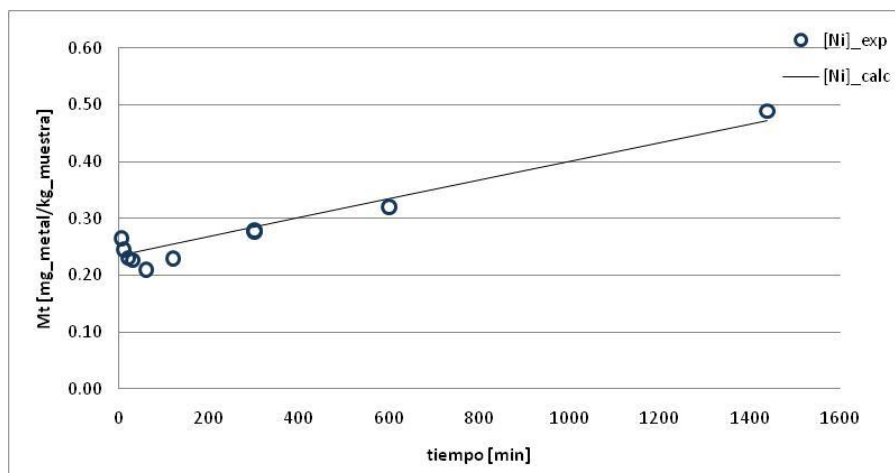


Figura E.46. MUESTRA M5: Datos experimentales vs. Modelo two first-order reactions para el níquel.



F. Comparación de los resultados obtenidos a partir del sistema de extracción secuencial y cinético.

En el presente anexo se explica el procedimiento utilizado para realizar la comparación entre el procedimiento de extracción secuencial y el cinético.

Del trabajo de Planas (2010), a partir de los datos experimentales obtenidos de la pseudo-digestión ácida por microondas (concentración de los metales en el sedimento excluyendo la fracción considerada fija en el medio ambiente y que no interviene en la mayoría de los mecanismos de transporte de contaminación acuosa) y del esquema de extracción secuencial (cuantificación de la asociación de los elemento traza en cada una de las 3 fases en las que puede estar unido el metal al sedimento), se calcula el porcentaje del total extraído en cada fase para cada muestra y contaminante. La Tabla F.1 y Tabla F.2 muestran las concentraciones obtenidas en cada etapa y la concentración pseudo-total y el porcentaje sobre el total de cada etapa respectivamente:

Muestra	Etapas	[Al] [mg/kg]	[Fe] [mg/kg]	[Zn] [mg/kg]	[Cu] [mg/kg]	[Cr] [mg/kg]	[Pb] [mg/kg]	[Cd] [mg/kg]	[Hg] [mg/kg]	[As] [mg/kg]	[Ni] [mg/kg]
M1	E1	702.9	224.8	19.3	95.3	0.4	0.4	0.7	0.0	0.1	1.2
M1	E2	1927.1	5345.6	8.4	62.4	0.7	4.8	0.2	0.0	0.4	1.3
M1	E3	3887.4	5430.4	24.8	144.6	0.8	0.4	0.2	0.0	2.1	5.5
M1	TOT	37137.6	70752.7	134.6	563.3	10.6	46.1	1.3	0.7	234.3	16.3
M2	E1	1469.7	115.7	28.9	148.1	0.4	0.3	0.2	0.0	0.1	1.1
M2	E2	2288.1	1976.8	10.9	50.3	0.2	1.5	0.0	0.0	0.6	0.8
M2	E3	5460.0	1240.1	27.0	244.9	2.0	2.4	0.1	0.0	1.1	3.0
M2	TOT	57533.5	40881.3	197.8	861.0	15.1	16.8	0.3	0.2	45.4	16.8
M3	E1	518.7	208.5	35.9	-	0.0	12.8	0.7	0.0	1.0	0.4
M3	E2	666.2	1800.6	27.6	-	0.7	74.0	0.2	0.1	1.4	0.3
M3	E3	927.8	2070.8	66.0	-	2.5	11.6	0.3	0.0	1.5	2.6
M3	TOT	10743.0	34659.7	155.5	-	5.7	1026.0	1.6	6.7	581.7	3.4
M4	E1	969.9	66.3	163.4	69.5	0.6	0.6	5.3	0.0	0.2	2.0
M4	E2	1415.7	6626.3	56.1	23.5	0.0	2.0	1.7	0.0	0.4	1.2
M4	E3	3.8	2.7	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M4	TOT	76687.6	40026.1	376.7	393.8	13.8	103.5	8.2	0.6	84.5	14.1
M5	E1	49.4	215.2	42.0	1.8	0.0	3.7	0.9	0.0	0.6	0.6
M5	E2	883.8	1754.0	46.0	4.4	0.2	18.3	0.2	0.0	3.3	1.0
M5	E3	1488.3	697.6	16.3	2.9	0.9	5.0	0.1	0.0	0.4	1.5
M5	TOT	27268.1	33805.5	167.2	21.8	16.7	48.2	1.3	0.2	25.3	12.6

Tabla F.1 Concentraciones extraídas por etapas y concentración total. Fuente: Planas, 2010



Las muestra M3 de cobre se contaminó en el laboratorio, es por esto que no se incluyen en este estudio.

Muestra	Etap	%Al	%Fe	%Zn	%Cu	%Cr	%Pb	%Cd	%Hg	%As	%Ni
M1	E1	1.9%	0.3%	14.4%	16.9%	3.7%	1.0%	59.1%	0.0%	0.0%	7.2%
	E2	5.2%	7.6%	6.2%	11.1%	6.1%	10.4%	12.2%	2.1%	0.2%	8.0%
	E3	10.5%	7.7%	18.4%	25.7%	7.9%	0.8%	14.4%	0.7%	0.9%	33.5%
M2	E1	2.6%	0.3%	14.6%	17.2%	2.7%	1.6%	60.0%	0.7%	0.2%	6.4%
	E2	4.0%	4.8%	5.5%	5.8%	1.5%	9.1%	14.0%	3.7%	1.3%	4.9%
	E3	9.5%	3.0%	13.7%	28.4%	12.9%	14.4%	23.3%	3.2%	2.4%	17.9%
M3	E1	4.8%	0.6%	23.1%	-	0.1%	1.2%	40.7%	0.1%	0.2%	12.2%
	E2	6.2%	5.2%	17.8%	-	11.4%	7.2%	11.3%	0.8%	0.2%	9.6%
	E3	8.6%	6.0%	42.4%	-	43.4%	1.1%	20.9%	0.0%	0.3%	77.1%
M4	E1	1.3%	0.2%	43.4%	17.6%	4.2%	0.5%	64.3%	0.0%	0.2%	14.0%
	E2	1.8%	16.6%	14.9%	6.0%	0.0%	1.9%	21.3%	5.5%	0.5%	8.8%
	E3	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
M5	E1	0.2%	0.6%	25.1%	8.3%	0.0%	7.8%	68.9%	0.3%	2.3%	5.1%
	E2	3.2%	5.2%	27.5%	20.1%	0.9%	38.0%	18.7%	1.6%	12.9%	8.1%
	E3	5.5%	2.1%	9.8%	13.3%	5.1%	10.3%	11.1%	4.0%	1.5%	11.7%

Tabla F.2 Porcentaje de metal total extraído por muestra y etapa

Seguidamente, a partir de la concentración en el equilibrio (t=24 horas) de la extracción cinética con EDTA del presente proyecto y los datos obtenidos de la pseudo-digestión se calcula el porcentaje de metal extraído por el EDTA sobre el total (Tabla F.3 y Tabla F.4, respectivamente). En el caso de la M2, la concentración a las 24 horas se analizó en el laboratorio por duplicado por lo que para los cálculos se utiliza un valor promedio de las dos:

	[Al]	[Fe]	[Zn]	[Cu]	[Cr]	[Pb]	[Cd]	[Hg]	[As]	[Ni]
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
M1	1426.50	2791.56	51.74	152.00	0.14	5.56	0.71	0.03	0.50	1.88
M2	4377.70	2645.99	42.20	325.86	0.37	4.75	0.22	0.01	3.17	1.70
M2	4386.44	2606.56	37.10	328.25	0.32	4.16	0.21	0.01	3.09	1.67
M2	4382.07	2626.28	39.65	327.05	0.34	4.46	0.22	0.01	3.13	1.69
M3	830.60	1358.17	39.00	258.58	0.27	90.18	0.65	0.11	3.86	0.46
M4	3107.52	6694.10	200.52	273.56	0.57	18.73	7.84	0.01	5.39	2.62
M5	-	496.01	45.58	7.92	-	-	0.79	-	-	0.49

Tabla F.3 Concentración de metal extraído con EDTA (equilibrio) por muestra

A partir de aquí, las concentraciones de aluminio, cromo, plomo, mercurio y arsénico para la M5 no serán tomadas en consideración ya que, una vez realizado el análisis de los



resultados obtenidos por el ICP, se han observado irregularidades y se consideran medidas erróneas.

Muestra	%Al	%Fe	%Zn	%Cu	%Cr	%Pb	%Cd	%Hg	%As	%Ni
M1	3.84%	3.95%	38.44%	26.98%	1.35%	12.07%	56.64%	4.09%	0.22%	11.54%
M2	7.62%	6.42%	20.05%	37.98%	2.28%	26.54%	67.73%	6.99%	6.89%	10.04%
M3	7.73%	3.92%	25.08%	37.96%	4.64%	8.79%	39.97%	1.69%	0.66%	13.58%
M4	4.05%	16.72%	53.24%	69.47%	4.14%	18.09%	95.72%	2.07%	6.38%	18.57%
M5	-	1.47%	27.27%	36.41%	-	-	61.41%	-	-	3.89%

Tabla F.4 Porcentaje de metal extraído por EDTA sobre el total por muestra

Así, se compara el porcentaje total extraído con el EDTA con la etapa 1 (E1) del SES, la suma de las etapas 1 y 2 (E1+E2) y la suma de la 1, 2 y 3 (E1+E2+E3), para poder caracterizar las uniones del metal con el sedimento. La Tabla F.5 muestra los valores calculados:



		%Al	%Fe	%Zn	%Cu	%Cr	%Pb	%Cd	%Hg	%As	%Ni
M1	ETAPA 1	1.89%	0.32%	14.38%	16.91%	3.69%	0.97%	59.06%	0.00%	0.03%	7.21%
	ETAPA 2	5.19%	7.56%	6.25%	11.08%	6.14%	10.41%	12.19%	2.07%	0.16%	7.97%
	ETAPA 3	10.47%	7.68%	18.42%	25.68%	7.86%	0.85%	14.37%	0.66%	0.91%	33.47%
	E1+E2	7.08%	7.87%	20.62%	27.99%	9.83%	11.38%	71.25%	2.07%	0.19%	15.18%
	E1+E2+E3	17.55%	15.55%	39.04%	53.67%	17.69%	12.22%	85.62%	2.73%	1.10%	48.65%
	EDTA	3.84%	3.95%	38.44%	26.98%	1.35%	12.07%	56.64%	4.09%	0.22%	11.54%
M2	ETAPA 1	2.55%	0.28%	14.63%	17.21%	2.73%	1.61%	59.99%	0.65%	0.25%	6.44%
	ETAPA 2	3.98%	4.84%	5.50%	5.84%	1.55%	9.12%	13.98%	3.71%	1.28%	4.91%
	ETAPA 3	9.49%	3.03%	13.65%	28.44%	12.93%	14.38%	23.32%	3.17%	2.41%	17.88%
	E1+E2	6.53%	5.12%	20.12%	23.04%	4.27%	10.73%	73.97%	4.37%	1.53%	11.35%
	E1+E2+E3	16.02%	8.15%	33.78%	51.48%	17.20%	25.11%	97.29%	7.53%	3.94%	29.23%
	EDTA	7.62%	6.42%	20.05%	37.98%	2.28%	26.54%	67.73%	6.99%	6.89%	10.04%
M3	ETAPA 1	4.83%	0.60%	23.08%	-	0.06%	1.25%	40.69%	0.12%	0.17%	12.23%
	ETAPA 2	6.20%	5.19%	17.75%	-	11.40%	7.21%	11.25%	0.77%	0.25%	9.61%
	ETAPA 3	8.64%	5.97%	42.43%	-	43.43%	1.13%	20.87%	0.00%	0.26%	77.08%
	E1+E2	11.03%	5.80%	40.84%	-	11.46%	8.46%	51.95%	0.88%	0.42%	21.84%
	E1+E2+E3	19.67%	11.77%	83.27%	-	54.89%	9.59%	72.82%	0.88%	0.68%	98.92%
	EDTA	7.73%	3.92%	25.08%	37.96%	4.64%	8.79%	39.97%	1.69%	0.66%	13.58%
M4	ETAPA 1	1.26%	0.17%	43.39%	17.65%	4.24%	0.55%	64.31%	0.00%	0.18%	14.00%
	ETAPA 2	1.85%	16.55%	14.90%	5.97%	0.00%	1.90%	21.31%	5.50%	0.50%	8.77%
	ETAPA 3	0.00%	0.01%	0.01%	0.05%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%
	E1+E2	3.11%	16.72%	58.29%	23.62%	4.24%	2.45%	85.62%	5.50%	0.68%	22.76%
	E1+E2+E3	3.12%	16.73%	58.31%	23.67%	4.25%	2.46%	85.63%	5.50%	0.68%	22.78%
	EDTA	4.05%	16.72%	53.24%	69.47%	4.14%	18.09%	95.72%	2.07%	6.38%	18.57%
M5	ETAPA 1	0.18%	0.64%	25.12%	8.35%	0.00%	7.75%	68.93%	0.35%	2.28%	5.12%
	ETAPA 2	3.24%	5.19%	27.54%	20.11%	0.92%	38.03%	18.73%	1.63%	12.87%	8.14%
	ETAPA 3	5.46%	2.06%	9.77%	13.28%	5.13%	10.31%	11.13%	4.01%	1.47%	11.73%
	E1+E2	3.42%	5.83%	52.66%	28.46%	0.92%	45.78%	87.66%	1.98%	15.16%	13.26%
	E1+E2+E3	8.88%	7.89%	62.43%	41.74%	6.05%	56.09%	98.80%	5.99%	16.62%	24.99%
	EDTA	-	1.47%	27.27%	36.41%	-	-	61.41%	-	-	3.89%

Tabla F.5 Porcentaje de metal extraído en cada etapa del SES y del EDTA

